NEUE GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IM MITTLEREN SÄNTISGEBIRGE

Mit 2 Textfiguren und 9 Tafeln

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

vorgelegt der

Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Basel

von

LUKAS SCHLATTER

aus St. Gallen

St. Gallen 1941

Zollikofer & Co., Buchdruckerei und Verlag

NEUE GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IM MITTLEREN SÄNTISGEBIRGE

Mit 2 Textfiguren und 9 Tafeln

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

vorgelegt der

Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Basel

von

LUKAS SCHLATTER

aus St. Gallen

St. Gallen 1941
Zollikofer & Co., Buchdruckerei und Verlag

Genehmigt von der Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät auf Antrag der Herren Professoren *Dr. A. Buxtorf* und *Dr. M. Reinhard.*

Basel, den 18. Oktober 1941

Prof. Dr. W. Kuhn
Dekan

Separatdruck aus dem
Bericht (Jahrbuch) der St. Gallischen Naturwissenschaftl. Gesellschaft, Band 70, 1941.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Neue geologische Untersuchungen im mittleren Säntisgebirge

von L. E. Schlatter

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorwort	27
Einleitung	29
Stratigraphie	32
Öhrlimergel	33
Öhrlikalk	36
Valanginienmergel	40
Valanginienkalk	41
Pygurusschichten	44
Kieselkalk	45
Altmannschicht	48
Drusbergschichten	49
Schrattenkalk	50
Mittlere Kreide	50
Unterscheidungsmerkmale der urgonähnlichen Kalke (Tabelle)	51
Obere Kreide	52
Eocaen und subalpiner Flysch	52
Quartär	53
Tektonik	54
Allgemeines: Gliederung des Gebietes	54
Die Faltung	56
Die Bruchstörungen	57
Regionale Beschreibung	61
Die Verhältnisse in der Umgebung der Altenalp	61
Die Basis der Nordwand	64
Das Gewölbe Ib	66
Die Mulde Ib	67
Das Gewölbe Ia	68
Die Blauschneemulde	72
Das Säntisgewölbe	74
Die Meglisalpmulde	77
Das Gewölbe III	79
Die Marwies	87
Die Rotsteinmulde und das Altmanngewölbe	92
Die südlichen Ketten	94
Zusammenfassung	96
Literaturverzeichnis	98
Verzeichnis der Tafeln	103

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546711_0108

Vorwort

Die vorliegende Untersuchung des mittleren Säntisgebietes wurde auf Anregung von Herrn Professor Dr. A. Buxtorf, Vorsteher des Geologischen Institutes der Universität Basel, durchgeführt, und zwar wurde sie veranlaßt durch die 1937 in ersten Proben zugänglich gewordene neue topographische Karte 1 : 10'000 dieses Teiles des Alpsteingebirges. Die neue Karte wurde mir in verdankenswerter Weise von der eidgenössischen Vermessungsdirektion in Bern zur Verfügung gestellt. Es ist eine luftphotogrammetrische Aufnahme, welche die kleinsten Details der Landschaft vorzüglich wiedergibt, vor allem die steilen Felspartien durch Kurven anstatt durch eine schematische Felszeichnung. Dadurch bot nicht nur der größere Maßstab, sondern die qualitativ viel genauere Geländedarstellung die Möglichkeit einer exakten geologischen Kartierung mit weitgehender Gliederung. In stratigraphischer wie tektonischer Hinsicht war auch die Verwendung der Originalkopien der Fliegerphotographien ein sehr wertvolles Hilfsmittel; es vermittelt heute dem Geologen manche Zusammenhänge, welche früher nur schwer erkennbar waren.

Ich führte diese Arbeit in den Sommern 1938 bis 1941 durch und fasse deren Ergebnisse in der vorliegenden Beschreibung zusammen. Leider kann die geologische Karte selbst nicht veröffentlicht werden, vielleicht aber besteht später einmal die Möglichkeit, in Zusammenarbeit mit den Bearbeitern der angrenzenden Tertiärgebiete der Fähnern und der subalpinen Molasse, eine neue Säntiskarte im Rahmen des „Geologischen Atlas der Schweiz" 1 : 25000 zu publizieren. Als Ergänzung der Beschreibung dienen die beiliegenden Tafeln.

Die geologische Karte und die Photographien wurden bei der Geologischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Basel hinterlegt. Die Gesteinsproben und Dünnschliffe sind im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Basel deponiert.

Ich möchte hier meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Buxtorf, herzlich danken für das Interesse, das er meiner Arbeit stets entgegenbrachte, und für die vielen Anregungen und Ratschläge zu meinen Untersuchungen und während meines Studiums. Großen Gewinn brachten mir auch gemeinsame Exkursionen im Vierwaldstätterseegebiet und im Säntisgebirge.

Ebenso gilt mein Dank Herrn Prof. Reichel für seine lehrreiche Unterstützung bei der paläontologischen Auswertung, sowie Herrn P. D. Dr. Vonderschmitt für seine wertvolle Mithilfe und praktischen Ratschläge in vielen Diskussionen und während einer mehrtägigen Exkursion im Säntis. Dankbar gedenke ich auch meiner verehrten Lehrer Proff. M. Reinhard und J. Cadisch.

Meinem Basler Kameraden Peter Bitterli, der mich auch einige Tage im Gebiet begleitete, gebührt mein Dank für seine tatkräftige Mitarbeit an der zeichnerischen Ausarbeitung.

Besondern Dank schulde ich der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft für die Aufnahme dieser Arbeit in ihr Jahrbuch, und ihrem Präsidenten, Herrn Dr. Emil Bächler in St. Gallen, für seine Unterstützung und seine Ratschläge.

Die Herausgabe der beiliegenden Tafeln wäre aber unmöglich gewesen, wenn nicht bedeutende Zuwendungen von wissenschaftlichen Stiftungen ihren Druck ermöglicht hätten. An dieser Stelle spreche ich der „Stiftung Dr. Joachim de Giacomi der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft", der „Otto Wetter-Jakob-Stiftung" der Ortsgemeinde St. Gallen und der „Basler Studienstiftung" für ihre Beiträge meinen wärmsten Dank aus.

Im Herbst des Jahres 1937, als ich eben meine Studien über das Säntisgebirge begann, verschied sein bester Kenner und treuester Freund, Prof. Dr. Albert Heim. Sein grundlegendes Werk bildete den Ausgangspunkt für meine Untersuchungen, und wenn diese auch in einigen Punkten zu Ergebnissen geführt haben, die von seiner Darstellung und Deutung abweichen, so möchte ich doch hier in Dankbarkeit der Forscherarbeit dieses bedeutenden Gelehrten gedenken.

Einleitung

Das Aufnahmegebiet umfaßt die Kreideketten des mittleren Säntisgebietes und ist durch folgende Linien begrenzt: im Norden durch die Kreidegrenze des Alpenrandes auf der Südseite des Weißbachtales; im Osten durch den Sax-Schwendi-Bruch von Schwendi bis zur Saxerlücke; im Süden und Westen durch die Kantonsgrenze zwischen Appenzell I. Rh. und St. Gallen, beziehungsweise Appenzell A. Rh. Die zwei letztgenannten, politischen Grenzen verlaufen über die Kammlinie von der Saxerlücke über Roslenfirst–Kraialppaß–Altmann–Rotsteinpaß–Lysengrat–Säntis zur Schwägalp. Diese etwas unnatürlichen Grenzen meiner Aufnahme sind bedingt durch das Fehlen ebenbürtiger neuer Kartengrundlagen im westlich anschließenden Gebiet.

Das Ganze ist dargestellt auf den Blättern Nr. 238 (Schwendi) und 240 (Säntis) des Topographischen Atlas der Schweiz 1 : 25000, welche zur Orientierung bei der Lektüre empfohlen werden. Bei deren Betrachtung erkennt man, daß das Säntisgebirge aus einer Anzahl Westsüdwest-Ostnordost gerichteter Ketten und Täler besteht, welche zum Teil auch den Falten und Mulden des Gebirges entsprechen. Ungefähr in der geologischen Kulminationszone verläuft orographisch ein Quergrat, welcher die einzelnen Ketten zwischen Säntis-Altmann und Kraialpfirst verbindet. Dieser Grat ist die Westgrenze meines Gebietes; er bildet die Wasserscheide, von welcher im mittleren Säntisgebiet die Täler nach Nordosten bezw. Südwesten verlaufen. Das Kalkgebirge enthält wenig Flüsse; mit Ausnahme der in Klüften verlaufenden, unterirdischen Entwässerung sammelt sich alles Wasser in der Sitter, welche beim Weißbad aus den drei Zuflüssen: Weißbach, Schwendibach und Brülbach gebildet wird.

Im Norden, in der Gegend zwischen Schwägalp und Weißbad, sind die Kreideschichten der Säntisdecke auf die Molasse des Mittellandes überschoben und bilden eine mächtige, zum Teil über 1000 m hohe Nordwand (siehe Tafel IX). Die markantesten Er-

hebungen dieser nördlichen Kette sind von Westen nach Osten: Gyrenspitz, Öhrli, Altenalptürme, Schäfler und Ebenalp mit dem Wildkirchli. Daran schließt nach Süden ein tiefes Tal, das vom Blauschnee durch die Fehlalp in den Kessel der Seealp und weiter nach Wasserauen zieht. Im klaren Wasser des Seealpsees spiegeln sich sodann der Säntisgipfel und die von ihm ausgehende kürzere Kette der Roßmad, welche im Hintergrund der Seealp durch einen Querbruch jäh abgeschnitten wird. Südlich des Säntis verläuft ein Tal vom Großen Schnee zur Meglisalp, wo die spärlichen Gewässer in einem Steilabsturz zur Seealp fallen, während uns östlich davon der Gebirgsstock der Marwies entgegentritt. Das Meglisalptal wird durch den Grat des Horst von dem Tal getrennt, das vom Rotsteinpaß über Oberkellen zur Meglisalp führt. Der Rotsteinpaß ist die tiefste Einsattelung im Lysengrat zwischen Säntis und Altmann und bildet die Wasserscheide zwischen Sitter und Thur.

Nun folgt wieder eine mächtige Bergkette mit: Altmann, Freiheit, Hundstein und Widderalpköpfen. Zwischen den Widderalpköpfen und der Marwies verläuft das Tal der Widderalp.

Im südlichen Säntisgebiet finden wir erneut ein tiefes Tal mit dem Fählensee, es streicht vom Kraialp- oder Zwinglipaß herab und wird vom größten Querbruch des Säntisgebietes, dem Sax-Schwendi-Bruch, abgeschnitten. Kraialpfirst und Roslenfirst sind hohe Bergrücken jenseits des Fählentales, dann folgen das Tälchen der Roslenalp und die imposanten Felszähne der Kreuzberge, welche nach Süden steil, etwa 1500 m zum st. gallischen Rheintal abfallen.

Auf Seite 54 wird eine Übersicht über die tektonische Gliederung und eine Benennung, respektive Numerierung der einzelnen Falten und Mulden gegeben, welche diese Einführung ergänzt. Im übrigen verweise ich immer auf die beiliegenden Profile der Tafeln VII und VIII, welche den Aufbau des Gebirges in seinen einzelnen Abschnitten darstellen.

Das Aufnahmegebiet ist das mittlere Teilstück der geologischen Karte, welche Alb. Heim mit seinen Mitarbeitern 1904 publizierte. Der große Fortschritt, den diese Karte gegenüber derjenigen von A. Escher von der Linth (1878) aufweist, ist namentlich dadurch bedingt, daß Heim in richtiger Weise den Schrattenkalk unterscheidet von den faziell ähnlichen untersten Kreidekalken. Innerhalb der Unterkreide, vom Berriasien bis zu den Drusbergschichten, wurde aber auch von Alb. Heim keine konsequente Trennung der

verschiedenen Stufen durchgeführt, sondern nur da eine Unterscheidung der Berrias-Valanginienkalke vorgenommen, wo diese landschaftlich besonders markant hervortreten. In dieser Hinsicht konnte also eine Neukartierung unsere Kenntnisse noch wesentlich vertiefen, handelte es sich doch in der Hauptsache darum, das seither in andern Teilen der helvetischen Alpen Erkannte auf das Säntisgebiet zu übertragen. Wegleitend waren vor allem die Forschungen, die in den beiden ersten Jahrzehnten des Jahrhunderts in der Zentralschweiz gemacht wurden. Wenig später hat Arn.Heim in seiner Monographie der Churfirsten-Mattstockgruppe (Lit. 27) viele grundlegende Beobachtungen auch über die Stratigraphie des Säntisgebietes veröffentlicht, worauf wir gleich näher einzutreten haben. Unter Verwertung dieser Daten hat sich später W. Rutishauser (Lit. 42) der Untersuchung eines Ausschnittes im Westsäntis gewidmet: vom Gräppelental bis zum Rotsteinpaß. Er hat westlich des Rotsteinpasses manches Neue festgestellt, so daß ich im Frühsommer 1941 jenes Gelände untersuchte, um den Anschluß an meine östlich davon einsetzenden Aufnahmen zu finden.

Weitere Publikationen, welche sich mit den Problemen meines Gebietes befassen, sind aus dem Literaturverzeichnis ersichtlich.

Der Ausbruch des Krieges im September 1939 und die dadurch bedingte Mobilisation unserer Armee unterbrach meine Studien, und die beschränkte Beurlaubung drängte zum Abschluß der vorliegenden Beschreibung, obwohl noch einige morphologische und stratigraphische Fragen eingehender verfolgt werden könnten. Ich hoffe indes später Gelegenheit zu haben, im Zusammenhang mit der Kartierung der angrenzenden Teile des Säntisgebietes wieder darauf zurückkommen zu können.

STRATIGRAPHIE

Wie eingangs erwähnt wurde, verzichtete Alb. Heim auf eine detaillierte Gliederung der untern Kreideschichten. Sehr viel eingehender, und in einer heute noch gültigen Weise, ist diese Schichtfolge von Arn. Heim in seiner gleichzeitig erschienenen Bearbeitung des Westteils der Säntisgruppe (Lit. 23) behandelt worden. Diesem Autor verdanken wir auch die 1910 bis 1916 in seiner Monographie über die Churfirsten-Mattstockgruppe (Lit. 27) enthaltene eingehende Darstellung, in welcher er immer wieder auf die Zusammenhänge mit dem Säntis hingewiesen und bei der Beschreibung der einzelnen Horizonte auch Detailprofile und Fossillisten aus diesem Gebiete berücksichtigt hat. In diesem Werke ist deshalb eigentlich auch eine Stratigraphie des Säntisgebirges enthalten. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, verweise ich auf die betreffenden Abschnitte dieser Monographie und beschränke mich im folgenden auf eine kurze, vergleichende Beschreibung der untern Kreideschichten des Säntisgebietes.

Diese Region eignet sich wenig zu grundlegenden stratigraphischen Studien: das Gebirge ist zu stark gefaltet und tektonisch beansprucht, so daß, besonders in den tiefsten Horizonten, nur selten normale Profile zu treffen sind. Heute noch ist es vielfach so, wie schon Alb. Heim feststellen mußte: «Wir sollten aus der Schichtfolge die Lagerung bestimmen, müssen aber erst die Lagerung benützen, um die Schichtfolge zu erkennen.»

Viel mehr Erfolg hatte die vergleichend-lithologische Altersbestimmung, wobei der Säntis eine interessante Zwischenstellung zwischen der nördlichen und der südlichen helvetischen Fazieszone einnimmt. Am Nordrand des Gebirges treffen wir neritische Fazies, die dem „Mürtschentyp" Arn. Heims ähnlich ist, während in den mittleren Ketten in einzelnen Horizonten Mergel dazutreten, wodurch sich der Übergang zur bathyalen „Alvier-Drusberg-Fazies" einleitet.

Besonders auffallend ist die Tatsache, daß im Säntisgebiet drei Kalkserien verschiedener Altersstufen in fast genau derselben

Fazies vorkommen: Öhrlikalk (Berriasien), Valanginienkalk und Schrattenkalk (Urgonien). Da diese drei Kalke auch in größeren Handstücken kaum auseinandergehalten werden können, war zu prüfen, ob eventuell mit Hilfe der Mikropalaeontologie einwandfreie Merkmale zu ihrer Unterscheidung gefunden werden könnten. Bei meinen Spezialuntersuchungen stand mir Herr Prof. M. Reichel beratend zur Seite, namentlich auch, was die Bestimmung der in den Dünnschliffen beobachteten Foraminiferengattungen betrifft. Leider stellte sich dabei heraus, daß auch in dieser Beziehung die Gesteine vom gleichen Typus sind und auch auf diesem Wege keine sichere Altersbestimmung möglich ist. Dies gilt vor allem für den Öhrlikalk und den Valanginienkalk, während beim Schrattenkalk das Auftreten von Orbitolinen das Alter entscheidet. Es gelingt zwar mit der Zeit, die drei Kalke voneinander unterscheiden zu können, was aber mehr Routine als Methode ist. Ich habe auf Seite 51 versucht, einige Merkmale in tabellarischer Form zusammenzustellen.

Im Liegenden eines jeden der drei Kalkkomplexe finden sich Mergel, die ebenfalls große Ähnlichkeit untereinander aufweisen, doch sind diese wesentlich leichter zu unterscheiden, sowohl durch Fossilien (hauptsächlich Exogyren), als durch ihren äußern Habitus.

Leicht erkennbar durch ihre ganz abweichende Fazies sind der Kieselkalk und die Pygurusschichten; letztere führen mit Pygurus rostratus Ag. zudem ein Leitfossil, welches das Alter festlegt.

Lithologische Ähnlichkeit zeigen die Glauconit-Grünsandhorizonte der Altmannschicht und der mittleren Kreide (Gault); ihr Alter ist aber durch ihre Cephalopodenfaunen sicher feststellbar.

Eindeutig lithologisch gekennzeichnet sind endlich die Seewerkalke der obern Kreide, sie können nicht mit andern Schichten verwechselt werden.

Im nachfolgenden gebe ich eine kurze Beschreibung der Schichtfolge, wobei auch auf die Tafel VI verwiesen sei.

Berriasien

Öhrlimergel

Verbreitung: Am Nordfuß des Säntis im Kern des Gewölbes Ib in der Kammhalde, nach Westen gegen die Schwägalp fortsetzend. In den obern Teilen der Nordwand als breites Band auf den

Schrattenkalk der Mulde Ib aufgeschoben; von der Öhrligrub nördlich des Hühnerberges bis zum Tierwiesweg und weiter nach Westen. Die gleiche Schichtserie ist weiter östlich als Kern des Gewölbes Ia von der Öhrligrub bis zur vordern Wagenlücke gut aufgeschlossen. Ihre Fortsetzung ist durch den großen Hängetenbruch nach Süden verschoben und zeigt sich dann wieder zwischen dem Steckenberg und den Altenalptürmen, sowie im Kessel der Altenalp.

Im Gewölbekern III am Rotsteinpaß treten nur die allerobersten grauen Mergel zutage.

Die Gliederung der Öhrlimergel und der Grenzschichten gegen den Öhrlikalk ist am besten feststellbar im Kern des Gewölbes Ia südlich des Öhrlis. Am Südfuß des Öhrlikopfes finden wir folgende, steilstehende Schichtserie (siehe auch Abb. 1 und 2 auf Tafel I):

1. (links in Abb. 2) heller spätiger Öhrlikalk mit großem Rutschharnisch.
2. ca. 15 m sterile, dunkelgraue Mergel mit Flecken, wechsellagernd mit dünnen Kalkbändern (Echinodermenkalk und Oolith); kleine Quarzkristalle. Die Mergel sind stark gefaltet.
3. (rechts in Abb. 2) 10 bis 15 m rotbraune, bröcklige Kalke: oben (links) einige Meter Echinodermenkalk mit Oolith, Hauptmasse sehr grobkörniger, rostbrauner Oolith.
4. folgen nun die nur rechts in Abb. 1 sichtbaren eigentlichen Öhrlimergel, welche die Öhrligruben ausfüllen: homogene, braune, sandige Mergelschiefer, oft mit dunkeln Tonhäuten, welche die mechanische Beanspruchung des Gesteines verraten. Oft auch weiße Calcitrutschflächen. Fast keine Kalkbänke, ab und zu kalkige Knollen. Doppelspitzige Quarzkriställchen („Öhrlidiamanten" im Volksmund), Schwefelkies-Knollen.

Die obern, grauen Mergel (2) sind nur im Nordschenkel des Gewölbes, am Öhrli deutlich ausgeprägt. Im Südschenkel desselben Gewölbes, an der Hängeten, fehlt die typische Ausbildung; hier finden wir den braunen Oolith (3) mit Übergängen direkt an der Basis des hellen Öhrlikalkes (1). Das Fehlen ist jedoch tektonisch bedingt, denn am Hühnerberg (westlich des Öhrlis) ist eine Stelle, wo die Ausquetschung des obern Mergelbandes sichtbar ist. An der Kammhalde, am Nordhang des Säntis, ist der Öhrlimergel gleich wie in der Öhrligrub ausgebildet: im obern Teil (Südschenkel des

G. Ib) finden sich graue Mergel, welche dem Horizont 2 in der Kehle des Öhrlis ähnlich sind. Am Rotsteinpaß sind die eigentlichen Öhrlimergel nicht aufgeschlossen, der Kern des Gewölbes besteht aus Öhrlikalk und verquetschten grauen Schiefern, welche jedenfalls den grauen Schiefern (2) äquivalent sind. Alle übrigen Öhrlimergelaufschlüsse (Öhrligrub, Altenalp und Kammhalde) zeigen nur die beiden untern Stufen: groben Oolith (3) mit Übergang in die gleichförmigen, braunen Öhrlimergelschiefer (4).

Die Grenze zwischen Öhrlikalk und Öhrlimergel habe ich beim Kartieren immer an der Basis der hellen, bankigen Öhrlikalke gezogen. Der braune, grobe Oolith (3) der untern Gruppe wird somit noch zu den Öhrlimergeln gezählt. Einen untern Öhrlikalk auszuscheiden, erscheint mir nicht notwendig, da die Fazies des braunen Kalkes (3) gänzlich verschieden ist und zudem dessen Mächtigkeit für die Ausscheidung auf der Karte zu gering ist.

Die Mächtigkeit der Öhrlimergel kann nicht bestimmt werden, da einesteils keine liegenden Schichten vorkommen und andernteils die Öhrlimergel als Gewölbekern und überdies als wichtigster Gleithorizont der ganzen Kreideüberschiebung keine normale Lagerung zeigen. Ihre Mächtigkeit muß auf mindestens 50 m geschätzt werden, dürfte aber noch beträchtlich größer sein.

Veränderungen der Fazies in Ost-West-Richtung sind nicht festzustellen, in der Thurschlucht bei Stein/Starkenbach ist das Profil sehr ähnlich dem des Öhrlis. In Nord-Süd-Richtung beschränkt sich die Beobachtung lediglich auf den Nordrand des Säntisgebietes, da die Öhrlimergel in den südlichen Ketten nicht mehr zutage treten. Es ist anzunehmen, daß sie allmählich in die südhelvetische Fazies der mächtigen Palfriesschiefer übergehen.

Fazies der Öhrlimergel: Der untere Teil, die eigentlichen Öhrlimergel, hat bathyales Gepräge (gleichförmige Mergelschiefer); sie nehmen aber nach oben mit dem Einsetzen der oolithischen braunen Kalke mehr neritischen Charakter an. Es scheint hier nicht nur räumlich, sondern auch zeitlich ein langsamer Übergang von bathyaler zu neritischer Ausbildung vorzuliegen.

Fossilliste siehe Arn. Heim (Lit. 27, Seite 471).

Die Dünnschliffe der obersten, grauen Mergel (2) zeigen eine sehr feinkörnige, kalkig-mergelige Grundmasse mit vereinzelten Schalenresten von Brachiopoden.

Der braune Oolith (3) ist ein Pseudoolith mit feinkörniger kalkig-mergeliger Grundmasse, Onkoide von 1 bis 4 mm, gegen unten feiner werdend: 0,2 bis 1 mm. Reste von Bryozoen, Echinodermenstacheln, Brachiopodenschalen, Gastropoden sowie aufgearbeitete Organismenreste in sehr dicke Kalkkruste eingehüllt. Foraminiferen: Cristellarien, Rotaliden u. a. Es folgt ein Übergang zu den eigentlichen Öhrlimergeln (4), welche sehr fossilarm sind: feinkörnige, kalkig-mergelige Grundmasse mit braunen, limonitischen Schlieren und Limonitkörnern. Einzelne agglutinierte Foraminiferen: Haplophragmium (Pseudochoffatella? siehe Lit. 36), Cristellarien; Bryozoen und Gastropodenreste.

Öhrlikalk

Verbreitung: An der Kammhalde bestehen beide Schenkel des G. Ib aus Öhrlikalk, der nach Osten unter Valanginienkalk eintaucht (siehe Tafel IX). Am Nordfuß des Gyrenspitzes (und westlich bis über Tierwies) als Südschenkel des Gewölbes Ia vom Hühnerberg bis zur Hochniedere (Muschelenberg) und am Öhrli. Besonders gut aufgeschlossen in der Nordwand der Hängeten als Südschenkel des Gewölbes Ia bis zur vordern Wagenlücke. Er bildet die Grattürme der Altenalptürme und der Läden sowie des Steckenberges, ist weiter zu finden am Westfuß des Schäflers und an dessen Südabhang, ferner in den untern Platten der Altenalp.

Als Gewölbekern III ist er aufgeschlossen am Rotsteinpaß, am Bötzel und zwischen Hundstein und Marwies, von wo er über die Widderalp nach Osten bis zum Sax-Schwendi-Bruch verfolgt werden kann.

„Öhrlikalke" sind die zoogenen Kalke des Berriasiens im Hangenden der „Öhrlimergel". Ihrer Ähnlichkeit mit dem Schrattenkalk wegen ist die Bezeichnung „Urgonfazies der untersten Kreide" gelegentlich verwendet worden. Hellgraue – auf große Distanz weiß erscheinende – zoogene Kalke, im untern Teil vorwiegend oolithisch, oben wechselnd heller bis dunkelgrauer feinkörniger Kalk mit einer Fossilbank, die häufig Alectryonia rectangularis Roem. führt. Darüber helle zoogene, meist zum Teil oolithische Kalke mit Nerineen, Requienien und einzelnen Korallenstöcken. Die Oolithe und Nerineenkalke sind auch im Handstück nicht vom Schrattenkalk zu unterscheiden. Die Anwesenheit von Alec-

tryonia rectangularis Roem. deutet hingegen immer auf Öhrlikalk; sie findet sich noch im Valanginienmergel, im Valanginienkalk wurde sie nie mehr angetroffen. Im Gegensatz zum gleichmäßigeren Schrattenkalk ist der Öhrlikalk von sehr wechselndem Habitus: häufiger Wechsel von Oolithen und spätigen Kalken in seitlicher und vertikaler Richtung. Der Öhrlikalk ist reich an Versteinerungen („Muschelenberg" u. a.), die meist stark calcitisiert und schlecht erhalten sind (siehe Fossilliste in Lit. 27, Seite 458 ff.).

Das mikroskopische Bild zeigt ausgesprochene Ähnlichkeit mit Valanginienkalk und Schrattenkalk. In der Beschreibung verzichte ich auf die Angabe der prozentualen Beteiligung der einzelnen Komponenten, da es sich nicht um eine statistische Untersuchung der einzelnen Schichtglieder, sondern um eine Faziescharakteristik handelt. Wir finden im Öhrlikalk besonders folgende Typen:

1. hellgraue, dichte, kalkige Grundmasse mit viel Kalkalgenresten und einzelnen Spongien;
2. denselben Kalk mit stark calcitisierten Fossilien: Algen, Querschnitten von Echinidenstacheln und -schalen, Krinoidenstielen, agglutinierten Foraminiferen, Textulariden;
3. groben organischen Kalkstein; calcitische Grundmasse mit Spongien, Bryozoen und Echinodermenschalen; reich an Lituoliden (Haplophragmium, evtl. Pseudochoffatellen), einzelnen Korallen und Serpula;
4. braunen Korallenkalk mit Querschnitten von Hexakorallen, stark calcitisiert, braune Limonitschlieren;
5. feinkörnigen Pseudoolith mit calcitischer Grundmasse und zirka 0,2 bis 0,5 mm großen, ziemlich regelmäßigen Ooiden, Mollusken- und Brachiopodenschalenresten; Stacheln und Schalentrümmer von Echinodermen, viel Bryozoen, einzelne Algen und Spongien, verschiedene Foraminiferen: Miliolen, Textularien, Cristellarien, Haplophragmien, cyclamminaartige u. a., Coscinoconus;
6. desgleichen; in Größe und Form unregelmäßigere Komponenten;
7. mittelkörnigen Pseudoolith, calcitische Grundmasse mit zirka 0,2 bis 1 mm großen, ziemlich regelmäßigen Ooiden; dieselben Fossilien und Trümmer wie 5, auch Stromatoporen, Foramini-

feren, welche kleine Ooide agglutinieren; sehr gut erhaltene Schnitte von Coscinoconus alpinus und elongatus;

8. wie 7, aber viel unregelmäßiger; mit einzelnen gröbern Komponenten;
9. ziemlich grobkörnigen Pseudoolith; calcitische Grundmasse mit 0,5 bis 1 mm und größern Ooiden, denselben Fossilien und aufgearbeiteten organischen und kalkigen Komponenten. Viel Bryozoen.

Die kleinen Fossiltrümmer sind überall sowohl als Kerne der Ooide, als auch frei vorhanden; es ist oft schwer festzustellen, welche Partikel aufgearbeitet sind und welche nicht.

Eine auffallende Erscheinung in den Dünnschliffen der untern Kreide ist das häufige Auftreten von Coscinoconus. W. Leupold und H. Bigler (Lit. 35) haben 1935 zum erstenmal auf diese Foraminiferengattung hingewiesen und zwei Formen: Coscinoconus alpinus und Coscinoconus elongatus beschrieben. Hinsichtlich ihrer stratigraphischen Stellung kommen sie zum Schlusse, daß Coscinoconus alpinus „in den Gesteinen der Malm-Kreide-Grenze offenbar eine große horizontale, bei – wie es scheint – recht enger vertikaler Verbreitung" hat. Die beschriebenen Fundstellen sind alle in einem schmalen Horizont zwischen Zementsteinschichten und eigentlichen Berriasmergeln. Anscheinend ganz analoge Formen finden sich nun aber auch in den Dünnschliffen des Öhrlikalkes, also im obern Berriasien. Es besteht selbstverständlich die Möglichkeit, daß die im Oolith auftretenden Individuen aus tiefern Schichten aufgearbeitet wurden; gut erhaltene, frische Exemplare sind jedoch nicht selten. Coscinoconus alpinus ist auch noch im Valanginienkalk vereinzelt vertreten; hier haben wir es aber mit deutlich gerollten, mitgenommenen Schalen zu tun. Coscinoconus elongatus ist selten, sowohl im Öhrlikalk wie aufgearbeitet im Valanginienkalk. Auch im Schrattenkalk sind Fragmente sehr stark abgerollter Individuen von Coscinoconus elongatus noch vereinzelt zu treffen. Die Erwähnung dieser Vorkommen in den Kalken der Urgonfazies dürfte für die weitere Erforschung der stratigraphischen Stellung von Coscinoconus interessant sein; ich sehe aber davon ab, jetzt schon Schlüsse zu ziehen, bis neue Untersuchungen von W. Leupold über Coscinoconus erschienen sind. Für das engere Säntisgebiet sind gut erhaltene Schnitte von Cosci-

noconus alpinus in jedem Falle ein Hinweis auf Öhrlikalk, was bei dem Mangel an richtigen Leitfossilien wertvoll ist.

Der Öhrlikalk des nördlichen Säntisgebietes hat in normaler Lagerung eine Mächtigkeit von ca. 80 m (Öhrli-Hängeten). Im Süden, wo wir ihn als Gewölbekern III wiederfinden, dürfte sie etwas geringer sein. Trotz dem Einsetzen der Valanginienmergel im Hangenden und der allgemeinen Zunahme der liegenden Mergel gegen Süden, gegen die Alvierkette zu, hat sich die Fazies des Öhrlikalkes im Gewölbe III keineswegs verändert, wir finden dieselben Oolithe und Nerineenkalke mit einzelnen Korallenstöcken wie am Öhrlikopf.

Valanginien

Arn. Heim (Lit. 26) konstatierte, daß die Grenze zwischen Berriasien und Valanginien im neritischen Gebiete wohl lithologisch scharf, palaeontologisch aber gar nicht zu ermitteln sei. Im Nordsäntis (Kammhalde, Hängeten usw.) liegt eine scharfe Grenze zwischen dem hellgrauen Öhrlikalk und einer gelblichen Bank des hangenden Valanginienkalkes. An einigen Stellen schiebt sich zwischen beide ein wenige Dezimeter breites, braunes Kalkband von schiefriger Beschaffenheit ein. Diese Zwischenschicht ist aber zu unbedeutend, um als Vertreter des erst südlich einsetzenden Valanginienmergels gewertet zu werden.

Die obere Grenze des Valanginiens ist durch die deutliche Grenze Pygurusschichten–Kieselkalk gegeben. Die in den Churfirsten beschriebene Rahberg-Fossilschicht konnte nirgends gefunden werden. Auch die besonders im Pilatusgebiet und an andern Lokalitäten der Innerschweiz auftretende Gemsmättli-Fossilschicht (A. Buxtorf 1905) ist im mittleren Säntisgebiet nirgends vorhanden. Es ist deshalb auffallend, da sie in nicht allzugroßer Entfernung sowohl in den Churfirsten als auch im östlichen Ausläufer des Säntisgebirges im Rheintal vertreten ist. Ihr Fehlen im Säntisgebiet dürfte durch einen lokalen Sedimentationsunterbruch bedingt sein. In den Churfirsten tritt sie nach Arn. Heim zusammen mit der Pygurusschicht, und zwar als deren direktes Liegendes auf. Im Säntis finden wir nur die Pygurusschichten; an seinem Ostende fand Meesmann (Lit. 38) und neuerdings H. Fröhlicher (nach mündlicher Mitteilung und gemeinsamer Exkursion) keine Pygurusschicht mehr. Dafür finden sich dort glauconitische Gesteine mit

einzelnen unbestimmbaren Ammonitensteinkernen als Vertreter der Gemsmättlischicht.

Im mittleren Säntisgebiet teilen wir daher das Valanginien in folgende Stufen ein:

Pygurusschichten (oben);
Valanginienkalk;
Valanginienmergel (unten; nur im südlichen Gebiet).

Valanginienmergel

Verbreitung: Im Kern des Gewölbes III. Besonders gut aufgeschlossen am Rotsteinpaß (Abb. 7). Ebenso am Bötzelsattel, südlich und nördlich des Bötzelkopfes, an der Marwies und am Südfuß der Dreifaltigkeitszähne. Am Nordfuß der Widderalpköpfe und des Hundsteins. Weiterhin als Kern des Nebengewölbes IIIe vom Rotstein bis zum Fählenschafberg (oberhalb Oberkellen).

Die Valanginienmergel setzen mit scharfer Grenze über dem Öhrlikalk ein und bilden eine einheitliche Wechselfolge von feinblättrigen, bräunlichgrauen (pyrithaltigen), tonigen Mergeln und gelblichen (außen hellen, innen dunkelgrauen), feinen, dichten Mergelkalken. Letztere bilden dünne Bänke von 5 bis 20 cm, besonders im untern Teil; nach oben schalten sich zwischen schmale Bänke auch breitere von 20 bis 30 cm ein. Oben meist deutliche Grenze zu einer 4 bis 5 m mächtigen, gelblich-braunen Mergelkalkbank an der Basis des Valanginienkalkes.

In den Mergeln finden sich häufig die schwarzen Schalen der Exogyra Couloni d'Orb., vereinzelt auch Pinna Robinaldina d'Orb. und andere Fossilien (Lit. 27, Seite 447). Die Exogyren reichern sich oft schichtweise an. Alectryonia rectangularis kommt noch vereinzelt in kleinern Individuen vor (Marwies). Am Westabhang der Marwies findet sich im obern Drittel der Valanginienmergel eine mehrere Meter mächtige Einlagerung einer rötlichen, zoogenen Breccie aus feinen Muschelbruchstücken. Die Komponenten sind durchschnittlich 0,3 bis 3 mm groß, einzelne größte erreichen bis 10 mm. Es wurde auch eine kleine Alectryonia darin beobachtet. Am Rotsteinpaß habe ich diese Schicht nur noch schwach entwickelt gefunden, es muß sich um eine lokale Einschwemmung handeln. Ihr mikroskopisches Bild zeigt eine mergelige Grundmasse mit vielen Bryozoenresten, Schalenstücken von

Lamellibranchiern (eventuell Inoceramus), stark verarbeitete, meist von dicker Kalkschicht umgebene Fragmente; kleine Gastropoden, Echinodermenbruchstücke und eine Menge Lituoliden (Haplophragmium).

Die Valanginienmergel fehlen im Norden ganz, müssen aber nach Süden zu sehr bald, etwa unter dem Gewölbe II, einsetzen, denn im Gewölbe III zeigen sie schon beträchtliche Mächtigkeit (60 bis 80 m). Weiter südlich sind sie in meinem Gebiete nirgends mehr aufgeschlossen. Die Mächtigkeiten sind tektonisch beeinflußt: die weichen Mergel sind ein Gleithorizont, der disharmonische Faltungserscheinungen ermöglicht hat. Auffallend ist die Angabe Arn. Heims (Lit. 23), wonach im westlichen Säntis die Valanginienmergel schon im Gewölbe Ia auftreten und nach Südwesten (Thurschlucht) rasch anschwellen. Die Isopen würden demnach etwa N 70 E verlaufen, im Gegensatze zum allgemeinen Streichen der helvetischen Randkette des Alpsteingebirges, das etwa N 60 E beträgt.

Valanginienkalk

Verbreitung: Der Valanginienkalk umsäumt den Öhrlikalk im Gewölbekern Ib an der Kammhalde, ist durchgehend vorhanden im Nordschenkel von G. Ia vom Öhrli bis zum Schäfler und läßt sich im Südschenkel entlang der ganzen Nordstirn des Gebirges bis zur Hängeten verfolgen. Im Hochplateau der Roßegg (nordöstlich des Säntisgipfels) bildet er in größerer Ausdehnung Flächen, welche zum Teil verkarrt sind. Im Osten bestehen die hellgrauen Wände an den Steilhängen unterhalb Äscher bis Wasserauen aus Valanginienkalk. Er bildet auch den Kern des abgesunkenen Bommengewölbes bei Wasserauen. Im Gewölbe II tritt der Valanginienkalk als älteste Schicht im Kessel der Fehlalp und am Fuße der Roßmad im Hintergrund des Seealptales zutage. Größere Ausdehnung hat er wieder im Gewölbe III am Rotsteinpaß, wo er den Grat des Horst bis Oberkellen aufbaut; er zieht dann ostwärts über den Bötzel in die Marwies und bildet die fast senkrechten Türme der Dreifaltigkeitszähne. Als schmales Felsband streicht er vom Rotstein in die Wand der Fählentürme und bildet im Fählenschafberg den auffallend enggeklemmten Kern der steilen Antiklinale IIIe (Abb. 8). Im nördlichen Gebiet, wo der Valanginienkalk direkt dem Öhrlikalk aufliegt, erkennt man die Schichtgrenze zwischen den

beiden Kalken an einer etwa 5 m mächtigen bräunlichgelben untern Schicht des Valanginien. In den südlichen Partien zeigt die Basis des Valanginien über den Mergeln ebenfalls gelbe Anwitterungsfarbe, darüber folgen hier wie dort helle, graue Kalke in Urgonfazies, die aber aus der Ferne dunkler erscheinen als Öhrli- oder Schrattenkalk.

Nördliche Fazies: Zirka 2 bis 5 m bräunliche Echinodermenbreccie und oolithische Kalke liegen mit scharfer Grenze dem Öhrlikalk auf. Am Muschelenberg sind als Basis der Kalke einige Dezimeter braune Schieferkalke vorhanden (es besteht aber die Möglichkeit einer tektonischen Schieferung, da hier die Valanginienkalkplatten zum Teil abgeschert wurden). Auf ähnliche Weise dürfte sich die Doppelung erklären, welche Arn. Heim (Lit. 27, Seite 429) an einem Profil nördlich der Tierwies beschreibt. Von den bräunlichen Echinodermenkalken findet ein Übergang zu grauem, spätigem Kalk mit häufigen Kieselknauern statt. Diese Silexlagen (3 bis 15 cm dicke, weiße Kieselschnüre und Knollen) sind ein charakteristisches Merkmal des Valanginienkalkes; sie fehlen den beiden andern grauen Kalktypen. Sie sind sehr hart und spröd. Der sie umgebende Kalk ist ein feiner Oolith bis spätiger Kalk, außen hellgrau, innen dunkler, schwach bräunlichgrau. Nach oben setzen die Kieselknauer aus, und der Valanginienkalk nimmt die organogene Fazies an, die ihn im Handstücke kaum vom Urgon unterscheiden läßt. Die obere Grenze zu den Pygurusschichten ist nicht immer sehr deutlich: wechselnder Übergang innerhalb einiger Zentimeter durch Auftreten gröberer Quarzkörner und schlierenweise bräunliche Färbung. Mächtigkeit des Valanginienkalkes im Norden ca. 50 bis 60 m.

Südliche Fazies: Etwas verschieden ist das Profil in den südlichen Ketten. Am Rotsteinpaß finden wir über den Valanginienmergeln wieder eine 2 bis 5 m mächtige gelbe Bank, welche meist ohne Schichtgrenze, aber mit deutlichem Farbwechsel, in grauweißen Valanginienkalk übergeht. Es ist ein gelb anwitternder, innen grauer, dichter Mergelkalk; darüber folgen ebenfalls eine Echinodermenbreccie und graue, spätige Kalke und Echinodermenkalk, zum Teil mit Silexlagen, welche aber nicht mehr so auffällig und häufig sind wie im Norden. Im allgemeinen herrschen hier graue, spätige und dichte Kalke vor, was sie etwas leichter von

Öhrli- und Schrattenkalk unterscheiden läßt. Die Grenze zur Pygurusschicht ist deutlicher als im Norden. Mächtigkeit ca. 70 m.

Von Norden nach Süden stellen wir also eine leichte Zunahme der Mächtigkeit und eine schwache Änderung der Ausbildung im Valanginienkalk fest. Lokal ist allerdings auch der Valanginienkalk häufigen Wechseln unterworfen, während die Dreiteilung in: gelbe Basis, graue Kalke mit Silex und obere organogene Kalke im allgemeinen fast überall gewahrt bleibt. Ein Übergang in die Fazies des Diphyoideskalkes ist im mittleren Säntisgebiet noch nicht zu erkennen.

Schlecht erhaltene, calcitisierte Versteinerungen sind häufig (siehe auch Lit. 27, Seite 447).

Die Dünnschliffe lassen sich oft kaum von solchen des Öhrlikalkes unterscheiden, doch ist immerhin das häufige Vorhandensein von Quarzkörnern ein deutliches Unterscheidungsmerkmal. Im übrigen treten ähnliche Kalktypen auf, und zwar:

1. fast rein calcitischer Kalkstein mit viel kleinen kantigen, etwas angefressenen Quarzkörnern 0,05 bis 0,2 mm. Sozusagen fossilleer (nur vereinzelte Lamellibranchierschalen);

2. feinkörnige Mikrobreccie: calcitische Grundmasse mit einzelnen Quarzkörnern von 0,1 bis 0,2 mm Durchmesser, kantig, Ränder angefressen, etwas Limonit; kleine Brachiopoden- und Echinodermenschalenstücke, Bryozoen, kleine Foraminiferen;

3. grobkörnige Mikrobreccie: braune limonitische Grundmasse, welche sehr schöne Strukturen zeigt von Bryozoen sowie von Echinodermenstacheln und -schalen;

4. feinkörniger Pseudoolith mit calcitischer Grundmasse; regelmäßige Ooide von 0,1 bis 0,2 mm, und einzelne Quarzkörner derselben Größe (kantig und gerundet); das Gestein ist zum Teil überwiegend echinodermisch, zum Teil gemischt mit Bryozoen, Foraminiferen (Miliolen, Textularien [Bulinaria?], Cristellarien, gerollte Coscinoconus);

5. mittelkörniger Pseudoolith, calcitische Grundmasse mit ziemlich regelmäßigen Ooiden von 0,2 bis 0,6 mm, zerstreute Quarzkörner 0,1 bis 0,5 mm, eckig, Kanten + angefressen. Die gleichen Fossilien und Schalentrümmer wie oben, sehr stark abgerollte Coscinoconus;

6. grobkörniger Pseudoolith mit calcitischer Grundmasse, Ooide von 0,4 bis 1 mm, ziemlich regelmäßig; wenig Quarzkörner von 0,1 bis 0,2 mm. Fossilgehalt wie bei 4 und 5;

7. unregelmäßiger Pseudoolith in calcitischer Grundmasse; verschieden große Ooide und größere organische Komponenten, sonst wie oben; einzelne Quarze 0,2 bis 0,4 mm, kantig, Ränder angefressen;

8. feinkörniger (fast etwas mergeliger) Kalk mit viel kleinen, scharfkantigen Quarzkörnern 0,05 bis 0,1 mm, wenig Fossilien: dünne Schalenstücke mit Prismenstruktur (Inoceramus?).

Pygurusschichten

Verbreitung: Die Pygurusschichten begleiten als Hangendes überall den Valanginienkalk. Besonders günstige Fossilfundstellen sind am Wege von Wesen zur Altenalp, auf der Roßegg und südlich des Rotsteinpasses.

Die Pygurusschichten sind ein 12 bis 15 m mächtiger Komplex von bräunlich anwitternden, innen bräunlichgrauen Sandkalken und Echinodermenbreccien. Sie sind eine der auffallendsten Gesteinsschichten des Säntisgebietes. Schon auf große Distanz als hellbraunes Band erkennbar, erscheinen sie im Handstück als braun anwitternder oder gelber Sandkalk, dessen scharfe, 1 bis 2 mm große Quarzkörner an der Oberfläche herauswittern. Der Sandgehalt wechselt, es zeigen sich schlierige Anhäufungen. Häufig sind größere Schalenreste und Schalenanreicherungen von Janira atava Roem., etwas seltener ist Pygurus rostratus Ag. – Lokal trifft man Anhäufungen von 1 cm großen, flachen Calcitkristallen, welche vermutlich Reste von Echinoidenplatten sind. Oft, besonders im südlichen Gebiete (Rotstein), finden sich auch in den Pygurusschichten ähnliche Kieselknauer wie im Valanginienkalk. Die Pygurusschichten führen praktisch keinen Glauconit. Mikroskopisch zeigen sie calcitische Grundmasse mit großen Calcitstücken (umkristallisierte Echinodermenschalenstücke), daneben braune, limonitische Kugeln ohne organischen Kern, viele große Quarzkörner 0,5 bis 2 mm, meist gerollt, randlich angefressen. Andere Stücke zeigen in limonitischer Grundmasse sehr viel kantige Quarzkörner (0,1 bis 1 mm), oft randlich angefressen, oder Kalksandstein mit calcitischer Grundmasse, etwas bräunlich getrübt, mit viel, größtenteils

gerolltem Quarz (0,2 bis 1 mm) und Pseudooiden; daneben braungraue Komponenten mit kleinen, gerollten Foraminiferen und unbestimmbaren Schalentrümmern. Auch calcitisch-echinodermische Grundmasse mit mergelig-kalkigen Gemengteilen 0,5 bis 1 mm und meist gerollten Quarzen ist anzutreffen.

Hauterivien

In den Churfirsten und im Mattstockgebiet fand Arn. Heim über den Pygurusschichten an der Basis des Hauterivien-Kieselkalkes eine glauconitische Fossilschicht, die er unter dem Namen „Rahbergschicht" beschrieb. Er notiert diese Schicht auch am Muschelenberg im nördlichen Säntis, doch konnte ich sie in meinem Gebiete nirgends ausscheiden. Es scheint, daß die Zyklen mit typischen Glauconit-Grüngesteinen im Säntisgebiet erst im mittleren Hauterivien beginnen. Die Hauterive-Stufe besteht im Säntis durchwegs aus:

Kieselkalk

Verbreitung: In der Nordwand des Gebirges an der Kammhalde, im östlichen Teil durch Gewölbeumbiegung gedoppelt. Vom Öhrli bis zum Schäfler, dessen Südabhang bedeckend. Unterhalb Gyrenspitz, dann in breiter Ausdehnung im Hochplateau der Roßegg, übergehend in die steile Flanke der Hängeten. Am Südhang von Schibler und Zisler östlich Altenalp über Wesen und Äscher zur Bommenalp. Bei Wasserauen, wo er als Schottergestein gebrochen wird. Im Gewölbe II im Hintergrund der Fehlalp, am Nordhang des Roßmadgrates von der Wagenlücke bis zur Seealp. Im Gewölbe III durchgehend in der Kette Horst–Marwies; bildet den Gipfel der Marwies und den Sattel nördlich der Dreifaltigkeitszähne. In der Altmann-Hundstein-Kette und endlich im Gewölbe des Roslenfirstes, wo er südlich der Fählen alp auf kurze Strecke zutage tritt.

Der Kieselkalk des Hauterivien bildet eine lokalen Mächtigkeitsschwankungen unterworfene, sonst aber einheitliche Stufe. Seine untere Grenze über der Pygurusschicht ist meist scharf, oben findet durch Glauconitanreicherung oft ein allmählicher Übergang in die Altmannschicht statt. Der Kieselkalk des Säntisgebirges ist massig-grobbankig und unterscheidet sich dadurch von dem ihm äquivalenten „Mäuerchenkalk" der südlichern Fazies in der Zentralschweiz, welche schon in den Churfirsten einsetzt. Auch

besteht keine so deutliche Zweiteilung in Kieselkalk s. str. und hangende Echinodermenbreccie; vielmehr ist im Säntis Echinodermenbreccie in wechselnden Bänken sowohl in der Mitte wie im obern Kieselkalk anzutreffen, ohne daß man eine gesetzmäßige Folge erkennen kann. Die in der Innerschweiz häufigen Toxasterquerschnitte sind im Säntis ebenfalls, aber bei weitem nicht so zahlreich vorhanden.

Der eigentliche Kieselkalk ist ein feinkörniger Sandkalk von wechselndem Quarzgehalt; das frische Gestein ist dunkelgrau bis blaugrau, kann aber eine ein bis mehrere Zentimeter dicke, braune Verwitterungsschicht aufweisen, welche das schwammige, ausgewitterte Kieselgerüst darstellt. Mehrere Zentimeter dicke, dichte Silexkonkretionen sind nicht selten. Glauconit ist in stark wechselndem Verhältnis fast immer vorhanden, meist nur in geringer Menge, ab und zu etwas angereichert. Eine eigentliche Grünsandschicht finden wir etwa in der Mitte der Kieselkalkstufe, sie ist nicht scharf begrenzt und verrät sich nicht durch besondere Verwitterungsfarbe. Deutlich zu beobachten ist sie an der Kammhalde und am Flieswandweg zum Altmann. Offenbar handelt es sich hier um das Äquivalent der „Schifflischicht", welche vielerorts in der Zentralschweiz und im Berner Oberland ausgeschieden wurde (vergleiche hierzu Lit. 16 und 17). Im gleichen Niveau findet sich an andern Lokalitäten ein fossilreicher, nicht sehr glauconitreicher Horizont von hellgrauem, etwas schiefrigem, sandigem Kieselkalk mit nur einzelnen Glauconitschlieren, mit Toxaster (T. sentisianus Desor) und massenhaften Belemniten und Belemnitentrümmern: es ist die von frühern Autoren beschriebene Sentisianusbank, besonders gut aufgeschlossen am Weg vom Äscher über Wesen nach Altenalp. Sentisianusbank und eigentliche glauconitische Schifflischicht konnten nirgends im gleichen Aufschluß neben- oder übereinander beobachtet werden; bei Wesen zwischen Äscher und Altenalp vertritt jedoch auf kürzere Distanz die eine die andere, weshalb es sich um gleichaltrige Ablagerungen handeln dürfte; es wäre dies eine erste „Zyklengrenze" im Kieselkalk im Sinne der zyklischen Sedimentation von H. J. Fichter (Lit. 17).

Der durch die Schifflischicht abgetrennte obere Kieselkalk unterscheidet sich kaum von der untern Abteilung: neben sandigem Kieselkalk ist er etwas reicher an spätigen Echinodermenbreccien.

Auffallend ist die äußere Gleichmäßigkeit des Kieselkalkes. Schon auf über 20 km Entfernung zeichnen sich die dunkelbraunen, schlecht gebankten Schichten in der Säntisnordwand – besonders an klaren Herbsttagen – deutlich ab, namentlich weil sie unten von hellgelben Pygurusschichten und oben von den graugelben Drusbergschichten begrenzt werden. Die Oberfläche des Gesteines ist besonders häufig mit weißen und grauen Flechten bewachsen.

Die Mächtigkeit des Kieselkalkes schwankt zwischen 70 und 100 m im Norden und 40 bis 70 m im Süden. Die lokal verschiedenen Mächtigkeiten können nicht immer tektonisch erklärt werden, es muß sich um wechselnd mächtige primäre Sedimentation handeln, wobei aber allgemein eine Abnahme des Kieselkalkes von Norden nach Süden zu beobachten ist. Noch weiter im Süden, im Gebiete der Churfirsten, tritt dann nach Arn. Heim allerdings eine starke Mächtigkeitszunahme ein.

Der Kieselkalk ist im allgemeinen sehr fossilarm. Eine Anhäufung bringt nur die Sentisianusbank, wobei ich auf die von Rollier bestimmte, von Arn. Heim (Lit. 27, S. 406) veröffentlichte Fossilliste verweise.

Im Dünnschliff erkennt man hauptsächlich drei Typen, welche ineinander übergehen:

1. calcitische Grundmasse mit sehr viel feinen Quarzkörnern 0,1 bis 0,3 mm, rund und kantig; sehr viel große Glauconitkörner 0,2 bis 0,5 mm. Echinodermenschalenstücke (zum Teil von Glauconit fein imprägniert);

2. feinkörnigen, calcitischen Kalk mit ziemlich Quarzkörnern 0,1 bis 0,4 mm, meist kantig, etwas abgerundet; wenig Glauconit 0,1 bis 0,2 mm mit unregelmäßigen Rändern. Echinodermenschalenstücke;

3. sehr feinkörnigen, calcitischen Kalk mit ziemlich viel kleinen Quarzkörnern 0,05 bis 0,1 mm, kantig, zum Teil gerundet, und wenig kleinen Glauconitkörnern 0,05 bis 0,1 mm.

Die Schifflischicht zeigt ein Gemenge von grünem Glauconit und braunem Limonit, sowie etwas Quarz (0,1 bis 0,2 mm) mit zerfressenen Rändern.

Altmannschicht

Die Altmannschicht ist außerordentlich stark lokalen Wechseln unterworfen, scheint oft ganz zu fehlen und tritt dann wieder als ca. 12 m mächtige Wechselfolge glauconitischer Gesteine auf. Am typischsten ist sie im Gewölbe III e am Altmann und am Löchlibetter aufgeschlossen, im übrigen deckt sich ihre Verbreitung mit der des Kieselkalkes.

Als Altmannschicht bezeichnen wir die Glauconit führenden Sedimente zwischen Kieselkalk und Drusbergschichten. Ihre untere Grenze ist mehr oder weniger deutlich gekennzeichnet durch das Einsetzen einer sehr glauconitreichen Sandsteinschicht mit zahlreichen Fossilien oder deren meist schlecht erhaltenen Steinkernen. Es handelt sich um die Cephalopodengrünsandschicht, welcher A. Escher von der Linth den Namen Altmannschicht gegeben hat. Die Schicht geht durch mehr oder weniger rasche Glauconitanreicherung aus dem Kieselkalk hervor und hat oft auch den Charakter einer glauconitreichen Echinodermenbreccie. Nach oben ist meist ein Wechsel von glauconitreichen und -armen Bändern. Oft sind eine Art Knollenschichten und ein langsamer Übergang in den Mergelkalk der Drusbergschichten, mit schlierigem Ausgehen des Glauconits, zu beobachten. Die glauconitreichen Schichten haben eine wechselnde Mächtigkeit von mehreren Zentimetern bis zu einigen Metern. Die Basis der Altmannschicht zwischen Hühnerberg und Gyrenspitz im Gewölbe I a zeigt schlierige Glauconitsandsteinbänder in der Echinodermenbreccie des obern Kieselkalkes. Die Schlieren zeigen eine Anreicherung von Austerntrümmern, dann folgen ca. 3 bis 5 m glauconitische Echinodermenbreccie und Sandsteine mit oft kupferroter Anwitterung, besonders auf Klüften und Rutschflächen. Darüber folgt eine tonig-sandige glauconitreiche Schicht (ca. 5 bis 8 m) mit massenhaft Fossiltrümmern, vorwiegend Ammonitensteinkernen, welche zusammen mit einzelnen Kieselknollen an der Oberfläche herausgewittert sind.

Das Profil am Löchlibetterweg im Gewölbe III b weist keinen deutlichen Fossilhorizont auf, dafür eine ca. 6 bis 8 m dicke gebänderte Wechselfolge von hellen, glauconitarmen bis -freien, und dunkeln, glauconitreichen, orange bis grün anwitternden Partien von je ca. 10 bis 20 cm. Darüber folgt etwa 2 m grauer Kalk mit oben wenig, unten mehreren Silexschnüren von 1 bis 5 cm. Zu-

oberst ist eine ziemlich scharfe Grenze gegen die hellgrauen Mergelkalke der Drusbergschichten.

Die Mächtigkeit der Altmannschicht kann mit ca. 10 m, maximal 15 m angegeben werden. Trotzdem glauconitische Gesteine meist von üppiger Vegetation bedeckt sind, kann die Altmannschicht auf Distanz kaum vom liegenden Kieselkalk unterschieden werden.

Drusbergschichten

Ihre Verbreitung deckt sich mit der des Schrattenkalkes. Gut aufgeschlossen finden wir sie im Norden an der Kammhalde, besonders am Fuße des Gyrenspitzes, von dort ostwärts über den Grat und durch die Roßegg bis zum obern Meßmer reichend. Ebenso am Fuße des Zislers und der Ebenalp. In den mittleren Ketten treten sie deutlich hervor in der Wagenlücke und am Fuße des Roßmadgrates, auf den Gloggern und der Marwies, am Rotstein und im Altmannsattel; von hier streichen sie in die Nordwand der Fählenkette und der Hundsteingruppe. Im Süden treten sie fensterartig im Gewölbe des Roslenfirstes zutage.

Die Drusbergschichten liegen zwischen der Altmannschicht und dem Schrattenkalk und entsprechen der Mergelfazies des Barrémien. Ihre obere Grenze setzen wir lithologisch an die Basis der typischen Schrattenkalke, indem wir die hier auftretenden dünnen Basismergel des Schrattenkalkes zu den Drusbergschichten rechnen. Wir können dann innerhalb der Drusbergschichten eine untere, kalkige, und eine obere, mergelige Abteilung feststellen, indem zwischen der Altmannschicht und den eigentlichen Drusbergmergeln noch 10 bis 30 m dichte, helle, innen dunkelgraue Kalke und Mergelkalke auftreten. Darüber folgt die typische Wechsellagerung von hellbräunlichen Schiefermergeln mit ebensolchen Kalken in 1 bis 3 Dezimeter dicken Bänken, die oft in 10 bis 20 cm große Knollen aufgelöst sind. Innerhalb des ganzen Schichtkomplexes findet sich vereinzelt die große Exogyra aquila d'Orb. Im untern Teil der Mergel sind die Schalen dieser Austern in einer Bank angereichert, welche an der Kammhalde und am Äscher gut aufgeschlossen ist. Über den Drusbergmergeln s. str. folgen etwa 5 m kalkige, dünne Mergelschiefer als Basis des Schrattenkalkes.

Weiter im Süden nimmt die Mächtigkeit der Drusbergschichten, vor allem der Mergel, zu; die Austernbank verschwindet.

Oft sind die Drusbergschichten tektonisch reduziert oder ganz ausgequetscht, in normalen Profilen aber bilden sie einen Gefällsunterbruch zwischen den Steilstufen des Kieselkalkes und des Schrattenkalkes. Ihre Mächtigkeit beträgt im Norden etwa 40, im Süden ca. 60 m.

Schrattenkalk

Als Abschluß der untern Kreide folgt über den Drusbergschichten der mächtige Komplex des Schrattenkalkes, den Alb. Heim in seiner Säntismonographie (Lit. 21) genau beschrieben hat. Bezüglich seiner Mächtigkeit ist beizufügen, daß er im Norden ca. 160 m, im Süden ca. 200 m erreicht.

Der Schrattenkalk zeigt eine deutliche Zweiteilung in eine mehr massige untere und eine bankige obere Abteilung; sie werden getrennt durch die Orbitolinamergelschicht, welche aber nur etwa 50 bis 100 cm mächtig ist. Es ist eine graue, stellenweise rötlich bis bräunliche Mergeleinlagerung mit massenhaft Orbitolina lenticularis Lam. Trotz ihrer geringen Mächtigkeit bildet sie deutliche Kamine in den steilstehenden Schichten, besonders am Altmann und in den Kreuzbergen. Bei flacher Lagerung zeigt sich oft ein Absatz zwischen dem untern und dem obern Schrattenkalk, so am Gyrenspitz, am Säntis und an der Roßmad. Die Orbitolinaschichten sind gut aufgeschlossen im Kessel des Großen Schnees, zum Beispiel am Säntisweg beim Wegerhäuschen. Zwischen den einzelnen Bänken des obern Schrattenkalkes sind oft wenige Zentimeter dicke Mergelzwischenlagen, welche meistens gleichfalls noch Orbitolinen enthalten. Eine besondere obere Orbitolinaschicht, an der Obergrenze des Urgon gelegen, ist im Säntisgebiet nicht nachweisbar, der Gault transgrediert direkt über den obern Schrattenkalk.

Mittlere Kreide

Die mittlere Kreide wird als „Gault" zusammengefaßt; sie ist in normaler Lagerung überall zwischen dem Schrattenkalk und dem Seewerkalk vorhanden, erreicht aber nur eine sehr geringe Mächtigkeit: im nördlichsten Säntis beträgt sie nur etwa 3 bis 5 m und nimmt erst in den südlichen Ketten an Gliederung und Mächtigkeit zu, erreicht aber auch hier kaum mehr als 30 m.

Übersicht über die Unterscheidungsmerkmale der urgonähnlichen Kalke

	Öhrlikalk (ob. Berriasien)	Valanginienkalk (ob. Valanginien)	Schrattenkalk (Urgonien)
Anwitterungsfarbe:	hellgrau-weiß	grau-hellgrau, untere Partie hellgelb-bräunlichgelb	hellgrau-bläulichgrau
Gesteinsfarbe:	hellgrau	dunkelgrau-hellgrau	hellgrau
litholog. Habitus:	unregelmäßig dickbankig	unregelmäßig dünnbankig	unten mehr massig, oben bankig
landschaftl. Charakter:	hohe, steile Wände	steile Wände, geringere Mächtigkeit	hohe, steile Wände. Zweiteilung durch Orb'schicht
Mächtigkeit:	60 bis 80 m	ca. 50 m	160 bis 200 m
spez. petrograph. Merkmale:	—	Kieselknauer (Silex)	—
Leitfossilien:	Alectryonia rectangularis	—	Orbitolina lenticularis (ob. Schr'kalk)
Dünnschliff: Quarzgehalt:	nur sporadisch	überall, ± gerundete Quarzkörner	nur sporadisch
Glauconit:	—	—	nur in ganz vereinzelten Körnchen

Über die Ausbildung des Gaults, seinen paläontologischen Inhalt und die Zuweisung zu verschiedenen Stufen der mittleren Kreide habe ich keine neuen Untersuchungen ausgeführt; ich verweise daher auf die Beschreibung Alb. Heims im „Säntisgebirge" (Lit. 21) und die Angaben von Arn. Heim (Lit. 27), welche zeigen, daß im Nordsäntis die Turrilitenschichten auf dem obern Schrattenkalk transgredieren und daß sich in den südlichen Profilen nach und nach die tiefern Horizonte des Albiens und des obern Aptiens einschalten.

Obere Kreide

Von den Hangendschichten des Gaults tritt im Säntis nur der Seewerkalk (Turon) auf. Es ist der bekannte, sehr feinkörnige, fast dichte Kalk mit Tonhäuten. Seine Farbe ist vorwiegend hellgrau, zuweilen auch grünlichgrau und im Süden an mehreren Stellen stark rötlich. An Orten starker tektonischer Beeinflussung kann der Seewerkalk schiefrig werden, wozu er sich infolge seiner Tonhäute besonders eignet.

Über die Mächtigkeit des Seewerkalkes läßt sich nichts Bestimmtes aussagen, denn es fehlen jüngere, normal aufliegende Kreidehorizonte ganz. Die vorhandene Seewerkalkfolge mag wohl ca. 100 m mächtig sein, sie ist aber sehr oft tektonisch ausgequetscht und an andern Stellen, besonders in einzelnen Mulden, aufgestaut.

Eocaen

Im eigentlichen Säntisgebirge ist nirgends Eocaen vorhanden, die Schichtserie hört nach oben überall mit dem Seewerkalk auf.

Einzig im sogenannten Blättli zwischen Schwende und der Bommenalp, am Nordostende des Gebirges, sind glauconithaltige Gesteine mit Nummuliten schon früh gefunden und beschrieben worden. Es handelt sich um ein schmales Band, das zwischen Seewerkalk eingeklemmt ist und dessen Grenzen nicht eindeutig festgestellt werden können, da es in bewaldetem Gebiete liegt. Auf die tektonische Stellung dieses Vorkommens wird später zurückzukommen sein. Es sei hier nur bemerkt, daß angenommen wird, es gehöre dieses Eocaen und sein Liegendes gar nicht der Säntisdecke an, sondern einem verschleppten Schubfetzen an deren Nordrand.

Der subalpine Flysch

Im Gebiete des mittleren Säntisgebirges ist der subalpine Flysch auf eine ganz schmale Zone beschränkt. Wie wir im folgenden Abschnitte sehen werden, ist die Kreide fast direkt auf die Molasse aufgeschoben; im einzigen Aufschlusse, wo subalpiner Flysch vorhanden ist, finden wir diesen nur als 6 m mächtige Folge von schwarzen Schiefern, von denen unentschieden bleiben muß, ob es sich um verschürfte helvetische oder ultrahelvetische Flyschbildungen handelt.

Quartär

Über die Quartärbildungen ist bereits früher eine Publikation von W. Tappolet (Lit. 47) erschienen, welche sich insbesonders mit der Lokalvergletscherung im Säntisgebiet befaßt, aber auch die größern Bergstürze berücksichtigt. Meine Aufnahmen haben als Neues nur hinzuzufügen, daß der Ausläufer des Horst westlich Spitzigstein (S. Meglisalp) eine deutliche Rundhöckerform aufweist und auch eine kleine Lokalmoräne trägt.

Die übrigen quartären Ablagerungen sind Gehängeschutt teils jüngster Entstehung, ferner lokale Bergstürze und Felsabbrüche. In der Seealp finden wir westlich des heutigen Sees einen ausgetrockneten Seeboden; gleicher Entstehung dürfte der flache Rietboden westlich der Meglisalp sein, obwohl hier heute kein See mehr vorhanden ist.

TEKTONIK

Gliederung des Gebietes

Das Alpsteingebirge besteht aus den intensiv gefalteten Kreideschichten der Säntisdecke, wobei sich eine ganze Anzahl von Gewölben und Mulden feststellen läßt.

In seiner Monographie (Lit. 21, Seite 39) hat Alb. Heim die von ihm festgestellten Falten und Mulden in ihrer Reihenfolge von Norden nach Süden mit besondern Nummern und Indizes bezeichnet. Um Verwechslungen zu vermeiden, wird diese Numerierung auch im folgenden angewandt; nur ergab sich die Notwendigkeit, noch einige sekundäre Mulden und Teilgewölbe auszuscheiden und durch weitere Indizes zu kennzeichnen. Es ergibt sich daraus zwar nicht immer eine konsequente Reihenfolge, da die von Alb. Heim eingeführten Indizes von ihm insofern in verschiedener Weise verwendet wurden, als er diese bald für sich ablösende Gewölbe, bald auch zur Unterscheidung von Haupt- und Nebengewölben benützte.

Als Einführung für die nachfolgende Detailbeschreibung sei in Anlehnung an Alb. Heim die folgende Einteilung der tektonischen Elemente (G. = Gewölbe, M. = Mulde) von Norden nach Süden gegeben:

M. Ic = nördliche Randmulde; sie ist am Fuße des Gebirges auf die Molasse aufgeschoben.

G. Ib = nördliches Nebengewölbe. Besonders oberhalb der Kammhalde deutlich erkennbar; es taucht östlich der Hängeten unter. Sein Kern besteht aus Öhrlimergeln.

M. Ib = Ochsenbettermulde; sie bildet die Unterlage des Öhrlis und vereinigt sich östlich der Hängeten mit M. Ic.

G. Ia = Gyrenspitzgewölbe. Es ist das nördliche Hauptgewölbe und verläuft vom Gyrenspitz über Hühnerberg–Öhrligruben–Altenalp–Schäfler–Gartenalp–Ebenalp

zur Bommenalp. Im Westen ist es an einer Überschiebung auf M. Ib aufgeschoben. Gegen Osten hört diese Störung auf, und es besteht ein normaler Zusammenhang mit M. Ib+c. Im Öhrli ist der Nordschenkel überkippt und fehlt westlich davon ganz.

M. Ia = M. I von Alb. Heim = Blauschneemulde, liegt zwischen Säntis und Gyrenspitz und verläuft ostwärts gegen Fehlalp (stark reduziert) – unterer Meßmer – Seealp. Hier beginnt eine kleine Nebenmulde M. Ia′.

G. IIb = Säntisgewölbe (im mittleren Teil des Gebirges) vom Säntis über Roßmad–Hotterennen und südlich der Seealp; taucht nach Osten unter und wird abgelöst vom:

G. IIc = Hüttenalpgewölbe bei Reslen und Hüttenalp.

M. II = Meglisalpmulde; verläuft vom Kalbersäntis nach Meglisalp–Schrennen (Unterlage der Gloggern)–Hüttenalp, wo sie sich mit M. Ia vereinigt.

Es folgt nun, auf M. II aufgeschoben, das komplizierte Gewölbe III. In dessen innerstem Kern lösen sich aber von Westen nach Osten zu mehrere Schuppen, die zum Teil Gewölbebau zeigen, sukzessive ab; für diese Schuppen wurden die Indizes a bis e wie folgt verwendet:

G. IIIa = Schoßfalte. Es ist eine gefaltete Schuppe nördlich Schafboden (im Säntisthurtal) und wird östlich des Schoßes ausgequetscht und abgelöst durch:

G. IIIb = Horstfalte; nördlich vom Rotsteinpaß und ostwärts sich fortsetzend in den Horst bis Spitzigstein, wo sie in die Tiefe sinkt. Darüber liegt der Öhrlikalk von

G. IIIc = Bötzelfalte, welche vom Schafboden über den Rotsteinpaß verläuft, östlich davon an der engsten Stelle vermutlich in die Luft abgepreßt wird und erst wieder am Nordwestfuße des Bötzels erscheint. Darüber folgt als

G. IIId = eine Bötzelkopfschuppe, die den Kamm des Bötzels bildet und sich östlich davon am Widderalpsattel vermutlich in mehrere Schuppen IIId′ und IIId″ aufteilt, sie bestehen alle aus Öhrlikalk.

An den wechselnd gebauten Kern von G. III schließt sich nun, von Westen nach Osten ununterbrochen verfolgbar, die

M. IIIa = Rotsteinmulde an. Sie beginnt wenig westlich des Rotsteinpasses, bildet den Rotstein, die Freiheittürme, die Freiheit und den Hundstein, sowie die Widderalpköpfe.

G. IIIe = Altmanngewölbe (= südliches Nebengewölbe nach Alb. Heim); verläuft vom Nädliger–Altmannsattel–Fählenschafberg in die Südseite des Hundsteins.

M. IIIb = Wildseeli–Fählenmulde; von Räßegg verfolgbar zum Wildseeli–Fählensee, wo sie sich mit M. IV vereinigt.

G. IV = Schafberggewölbe. Es zieht vom Wildhauser Schafberg über den Zwinglipaß nach Hädern, wo es in die Tiefe taucht.

M. IV = Moormulde; vom Zwinglipaß über Stricken nach der Fählenalp, wo sie sich mit M. IIIb vereinigt.

G. V = Roslenfirstgewölbe: Kraialpfirst–Roslenfirst.

M. V = Mutschenmulde: Mutschen–Roslenalp.

G. VI = Furgglenfirstgewölbe: in den Kreuzbergen (und von da nach Osten in den Hohen Kasten verlaufend).

Die aufgezählten Falten sind zum Teil mit Längsstörungen (Überschiebungen) verknüpft und außerdem von zahlreichen Querbrüchen durchsetzt.

Bevor wir die einzelnen Falten und Mulden näher beschreiben, seien einige orientierende Bemerkungen über diese tektonischen Erscheinungen vorausgeschickt:

Die Faltung

Trotz dem Vorhandensein großer Überschiebungen und Brüche spielt die plastische Faltung im Säntisgebiet eine hervorragende Rolle. Wir finden die schönsten Beispiele von Gewölbeumbiegungen, die auch auf den Laien ihren Eindruck nicht verfehlen. Die Ursache liegt hier, wie auch in andern Teilen des helvetischen Faziesgebietes, in der stratigraphischen Zusammensetzung der Kreideschichten, das heißt in der Wechselfolge von weichem und

hartem, beziehungsweise plastischem und sprödem Material, vor allem im Wechsel von Mergel und Kalk.

Die Öhrlimergel bilden den Gleithorizont der ganzen Decke. Im Nordsäntis sind Öhrlikalk + Valanginienkalk ein starres Element, während im südlichen Teil durch die mächtigen dazwischenliegenden Valanginienmergel ein weiterer Gleithorizont gegeben ist. Das Auftreten der mächtigen Öhrli- und Valanginienmergel in den innersten Gewölbekernen der südlichen Ketten bringt es mit sich, daß der dazwischenliegende Öhrlikalk sich häufig disharmonisch zu den umhüllenden Schichten bewegen konnte; wie wir sehen werden, ist er hier häufig für sich in Falten gelegt oder zu Schuppen aufgestaut worden. Derartiges wird besonders vom G. III zu beschreiben sein.

Die höhern Schichten zeigen weniger Unterschiede; die Drusbergmergel bilden einen gewissen Ausgleich an der Basis des Schrattenkalkes, wo sie lokal ausgequetscht und andernorts wieder angestaut werden können.

Die Bruchstörungen

Neben der Faltung spielen Längsstörungen (Brüche und Überschiebungen) sowie Querbrüche eine wichtige Rolle.

Wir können die Längsstörungen in zwei Kategorien einteilen: in die eigentlichen Überschiebungen, welche in vertikaler und longitudinaler Ausdehnung ansehnliche Werte erreichen (sie können die zusammengehörigen Schichtköpfe um 500 m und mehr voneinander trennen und sind oft auf mehrere Kilometer zu verfolgen).

Die andere Art von Längsstörungen sind die Längsbrüche, welche flach verlaufen, meist aber schwach nach Norden geneigt sind. Diese Neigung kann ausnahmsweise bis 40^0 betragen, dies besonders dort, wo ein Gewölbekopf in eine Mulde abgepreßt wurde. Wir finden solche Längsbrüche in verschiedener Intensität häufig im ganzen Gebirge. Alb. Heim beschrieb diese als „verstärkende" und „schwächende" Schenkel- und Gewölbelängsbrüche. Die „verstärkenden Längsbrüche" sind eine Art Ausweichbewegung, indem die höhere Partie des Gewölbeschenkels nach Süden zurückgepreßt wird. Wir finden sie hauptsächlich im ersten Gewölbe, wo sich der Widerstand der nördlichen Molasse am

stärksten geltend machen konnte. Das auffallendste Beispiel ist der Bruch der zwischen der Fehlalp (unt. Meßmer) und Kobel (nordöstlich Seealpsee) verläuft (siehe Seite 72). Die „schwächenden Längsbrüche" sind viel verbreiteter, wenn auch im allgemeinen von geringerer Intensität. Sie beschränken sich nicht nur auf den Gewölbeschenkel, sondern erfassen oft das ganze Gewölbe, wobei die höhere Partie nach Norden zu und meist auch etwas abwärts verschoben worden ist. Als Beispiele seien genannt: der Wagenlückenbruch (Pr. 2) und der Gipfel des Schäflers (Pr. 8).

Ebenso große Bedeutung kommt im Säntisgebiet den Querbrüchen zu. Diese sind von M. Brockmann-Jerosch (Lit. 32) eingehend beschrieben worden. Ich konnte die Ergebnisse ihrer sehr sorgfältigen Untersuchungen nur bestätigen, und die neue Topographie erlaubte deren genaue Kartierung.

Im allgemeinen sind die Querbrüche einem jüngsten Abschnitt der Gebirgsbildung zuzuschreiben; die weitaus größte Zahl derselben ist ohne bedeutenden Einfluß auf den Bau der Gewölbe und Mulden, sondern es sind mehr lokale Brucherscheinungen mit nur kleinen, relativen Verschiebungen der einzelnen Bruchflügel. Da aber ihr Vorhandensein der Erosion den Weg wies und sie erleichterte, sind sie morphologisch meist sehr deutlich ausgeprägt.

Einige wenige Querbrüche haben nun aber einen gewissen Einfluß auf die innere tektonische Gliederung oder treten wenigstens als Grenzen verschieden gebauter Teilstücke hervor. Aus diesem Grunde muß ihre Anlage schon in einem etwas früheren Stadium der Faltung entstanden sein, und wir haben sie von der Mehrzahl der übrigen jüngern Brüche gesondert zu betrachten. Es scheint geboten, über die wichtigsten dieser Querbrüche einige Bemerkungen vorauszuschicken:

Weitaus die wichtigste dieser Störungen ist der Sax-Schwendi-Bruch im östlichen Teil des Säntis, dessen Bedeutung nach den Beschreibungen von Alb. Heim und M. Jerosch keiner besondern Hervorhebung mehr bedarf. Dieses Bruchsystem quert das ganze Gebirge vom Rheintal bis zur Appenzeller Molasse und hat alle Ketten durchschnitten und den Ostteil um mehrere hundert Meter vorgeschoben. Er steht in seinem Ausmaße einzig da.

Eine Störung erster Klasse ist aber auch der Bruch, der sich vom Berndli über die vordere Wagenlücke – Lötzlisalp – nach dem Leiterfeld im Hintergrund der Seealp erstreckt, er sei Leiterfeld-

Hängeten-Bruch genannt. Wiederum ist es nicht ein einzelner Bruch, sondern eine parallele Bruchschar, welche die ganze nördliche Randkette, also G.I und M.I, durchsetzt und in gesonderte Abschnitte zerlegt. Im Gegensatze zum Sax-Schwendi-Bruch wurde hier der Westflügel relativ nach Norden verschoben (der horizontale Verschiebungsbetrag zwischen Steckenberg und Hängeten ist etwa 250 m). Von besonderer Bedeutung ist aber die Tatsache, daß wir östlich und westlich dieser Störung einen ganz verschiedenen Bau des Gewölbes haben. Im Osten findet man im Gebiet der Altenalp das Gewölbe Ia voll entwickelt: den Südschenkel im Steckenberg, den Nordschenkel in den Türmen und im Untergrund der Altenalp; das Gewölbe Ib tritt nicht mehr an die Oberfläche, und der verkehrte Schenkel der Mulde Ib zeigt normalen Zusammenhang mit der Nordflanke der Türme (Pr. 6). Westlich des Bruches aber haben wir im Sektor Hängeten-Öhrli nur den südlichen Gewölbeschenkel voll entwickelt; vom Nordschenkel ist nur das nach Norden und in die Tiefe gepreßte Relikt des Öhrlis vorhanden, und der Kern des Gewölbes ist an einer gewaltigen Scherfläche auf das hier breit an die Oberfläche tretende sekundäre Gewölbe Ib aufgeschoben (Pr. 4 und 5).

Der Leiterfeld-Hängeten-Bruch setzt sich nach Süden auch durch die Mulde Ia und das Gewölbe IIb fort; hier finden wir zwar keine bedeutende Strukturveränderung im G.IIb, morphologisch wird aber der Roßmadgrat im Hintergrund der Seealp durch den Bruch abgeschnitten, und östlich davon ist der ganze Gewölbekern der Erosion zum Opfer gefallen.

Durch die mittleren Ketten des Gebirges läßt sich diese Hauptstörung nicht mehr verfolgen, wohl aber macht sich ihr Einfluß in dem tektonisch stark mitgenommenen Gebiet des Bötzels geltend. In dieser mittleren Zone beobachten wir – allerdings etwas östlich der direkten Fortsetzung – eine ganze Schar das Bötzelgebiet zerschneidender Querbrüche, deren bedeutendster am Westende der Marwies verläuft. Er bewirkt eine beträchtliche vertikale Verstellung und den bedeutsamen tektonischen Unterschied, daß östlich des Bruches in der Marwies der Mittelschenkel zwischen M. II und G. III wieder voll entwickelt ist, im Gegensatz zum westlichen Gebiet, wo er stark reduziert erscheint. Es ist also ein analoger Unterschied wie in den nördlichen Falten. Wenn wir auch im Bötzelabschnitt keine direkte Fortsetzung des Leiterfeld-Hängeten-

Bruches haben, so müssen wir doch seinen Einfluß auf diese Gebiete voraussetzen, denn in den südlichen Ketten folgt, quasi als Fortsetzung, wieder eine bedeutende Querstörung: die Querbrüche von Kessiloch und Abendweid auf der Rheintalseite des G. VI. Ohne daß wir einen „Gams-Berndli-Bruch" konstruieren wollen, ist dieser Störungszone doch große Bedeutung beizumessen.

Eine weitere Querstörung erster Ordnung wäre sodann der westlich – außerhalb meines Untersuchungsgebietes – von Rutishauser gefundene Bruch am Westende des Wildhauser Schafberges (Lit. 42).

M. Jerosch vermutete einen Zusammenhang der Querbrüche mit dem Reliefuntergrund, eine Auffassung, der ich mich anschließe. Hierbei spielen jedenfalls sowohl das einstige Relief des Molasseuntergrundes, als auch seine geologische Struktur eine Rolle, vor allem die verschiedene Verteilung harter Nagelfluh und weicher Mergel (welche ihrerseits natürlich die hauptsächliche Ursache des Reliefs war).

Nach der Auffassung Arn. Heims wäre anzunehmen, daß die subalpine Molasse in der Tiefe bis ungefähr in die Gegend Sennwald–Näfels, das heißt, bis in die sogenannte „Senkungszone der Helvetiden" reicht. Dies entspräche aber auch fast genau dem tiefern Untergrund des Säntisgebirges und kann daher nicht ohne Einfluß auf seine Gestalt sein. So darf als wahrscheinlich angenommen werden, daß der Sax-Schwendi-Bruch seine Ursache in der großen Erosionsnische südöstlich von Appenzell hat, in welche der Ostflügel des Gebirges weiter vorstoßen konnte, während der Westteil in der Nagelfluh seinen starken Widerstand fand. Einen tiefern Zusammenhang haben vielleicht auch folgende Beobachtungen: Die Kulmination des Gebirges sowie der Beginn der hauptsächlichen Querbruchzone liegt gegenüber der Nagelfluhmasse des Kronberges; und die von Rutishauser beschriebene bedeutsame Querstörung westlich des Wildhauser Schafberges scheint in das heutige Urnäschtal zu streichen. Die Kenntnisse der subalpinen Molasse sind noch nicht so gefestigt, daß sich schon weitgehende Schlüsse über diese Zusammenhänge ableiten lassen. Die demnächst erscheinende Arbeit über die subalpine Molasse des Appenzellerlandes von C. Habicht vermag uns vielleicht manchen Hinweis zu geben, welche Zusammenhänge zwischen der subalpinen Molasse und dem Bau des Säntisgebirges angenommen werden dürfen.

REGIONALE BESCHREIBUNG

Die Ergebnisse meiner Neuaufnahme sind auf den beigelegten geologischen Profilen (Tafeln VII und VIII) dargestellt. Um möglichst alle wichtigen Befunde zu erfassen, wurden die Profiltracen in verhältnismäßig kleinem Abstande gewählt. An Hand der Profile wird im folgenden der Bau der Ketten und Mulden im einzelnen zu besprechen sein.

Zur vorläufigen Begründung des in den Profilen zum Ausdrucke kommenden tektonischen Grundplanes, der – mehr, als dies aus den Profilen Alb. Heims ersichtlich ist – in nach Norden überliegenden Falten besteht, scheint es geboten, vorgängig der systematischen Beschreibung, einen Gebietsabschnitt näher zu betrachten, der besonders klare Verhältnisse erkennen läßt. Es ist dies:

Die Umgebung der Altenalp

(Vergleiche die Profile 6–8)

Der Bereich der Altenalp bietet die Möglichkeit, den Bau eines einfachen Gewölbes bis in seinen tiefsten Kern kennenzulernen, und gerade hier hat die eingehende Untersuchung und Kartierung der einzelnen Horizonte der untern Kreide zu Schlüssen geführt, denen allgemeine Bedeutung zuzumessen ist.

Wir befinden uns im Kern des Gewölbes Ia, und zwar östlich des großen Leiterfeld-Hängeten-Querbruches. Betrachten wir zuerst die Verhältnisse im sogenannten Steckenbergsattel (Pr. 6), so finden wir in dieser Einsattelung Öhrlimergel vom gleichen Typus wie in der Öhrligrub. Sie fallen etwa 45^0 nach Süden ein, sind aber lokal durch Querbrüche verstellt. Wir stehen hier also in den tiefsten Schichten des Gewölbes. Südlich erhebt sich der Steckenberg, welcher ganz aus Öhrlikalk besteht und den Südschenkel des Gewölbes bildet. Im Norden ragen die Steilwände der Altenalptürme in die Höhe, ebenfalls aus Öhrlikalk bestehend. Sie gehören schon dem Nordschenkel unserer Antiklinale an, der in den Türmen senkrecht steht. Man sieht nun aber, daß die Öhrli-

kalkplatten der Türme gegen unten bald zu südfallender Lagerung umbiegen; am obern Weg (von der vordern Wagenlücke nach dem Schäfler) konstatiert man sogar eine kleine sekundäre Aufwölbung, dann aber sinkt der Öhrlikalk unter den Mergel des Steckenbergsattels und parallel zum Steckenberg südwärts in die Tiefe. Wir erkennen daraus, daß der Nordschenkel des Gewölbes nicht steil in die Tiefe sticht, sondern durch die erwähnte Umbiegung zwischen den Türmen und dem Steckenberg eine ziemlich flache Lage annimmt. Der Öhrlimergel-Gewölbekern erscheint als dünne Lamelle zwischen den isoklinal nach Süden einfallenden Öhrlikalkschenkeln.

Noch viel deutlicher kommt die flache Lage des verkehrten Nordschenkels im Kessel der Altenalp (Pr. 7) zum Ausdrucke. Hier haben wir die direkte Fortsetzung der Verhältnisse am Steckenbergsattel, nur ist in dieser Region der Südschenkel, also die Fortsetzung des Steckenberges, wegerodiert. Im Norden finden wir in den Läden – analog den Türmen – wiederum die steilen Öhrlikalke, dann folgen, auf dem Öhrlikalk liegend, steil südfallende Öhrlimergel des Gewölbekerns, deren Fallen aber auch hier zunächst immer mehr abnimmt. Die Hütten der Altenalp stehen auf einer Masse abgerutschten Materials, das von Gehängeschutt und lokalen Firnmoränen bedeckt ist. Unterhalb der Altenalp aber tritt wieder Öhrlikalk in großen Schichtplatten zutage, welche ca. 40^0, parallel den Schichten des Steckenberges, nach Süden einfallen. Der Betrag des Südfallens ist nicht konstant, durch die Nordwärtspressung zeigt der Kalk in diesem Abhange typische, schwach wellenförmige Streckungserscheinungen, welche sich bis zu kleinen horizontalen Längsbrüchen entwickeln können. Hier haben wir es aber, wie gesagt, nicht mit dem Südschenkel zu tun wie im Steckenberg, sondern mit der untern Forsetzung des verkehrten Nordschenkels, denn die Mergel der Altenalp liegen über diesem Öhrlikalk. Wir sehen also hier noch deutlicher, daß unser Gewölbe Ia eine liegende Falte bildet, die erst gegen die Umbiegung zu sich steil aufrichtet und deren Kern aus der normalen Schichtfolge der untersten Kreide besteht.

Über die nähern Verhältnisse der Gewölbeumbiegung gibt uns das Profil durch den Schäfler gute Auskunft (Pr. 8). Dieser liegt direkt nordöstlich der Altenalp; dazwischen aber verläuft ein bedeutender Querbruch, durch welchen der Schäfler staffelartig

um etwa 150 m versenkt worden ist. Dadurch ist in der Westwand, an der Bruchfläche, nur noch der oberste Teil des von einigen kleinen Brüchen durchsetzten Gewölbekerns aufgeschlossen, umhüllt von Öhrlikalk und Valanginienkalk. Der ganze Südabhang des Schäflers besteht aus dem Gewölbesüdschenkel, welcher wieder im gleichen Sinne nach Süden fällt. Dieser Südschenkel aber liegt genau im Streichen des verkehrten Nordschenkels des Altenalpgebietes (Pr. 7), und es ergibt sich die Tatsache, daß wir am Weg von der Altenalp nordostwärts nach der Alp Wesen, westlich des Bruches die Öhrlikalke des liegenden Nordschenkels finden, östlich der Störung aber diejenigen des Südschenkels; diese bilden hier die sogenannten Geißplatten. Den tektonischen Unterschied dieser morphologisch gleichförmigen Öhrlikalkhänge ersieht man aber, wenn man in die vom Querbruch verursachte Schlucht hinuntersteigt: Da treffen wir in deren Ostseite noch einmal auf die liegenden Öhrlimergel des Gewölbekerns, im Gegensatz zur Westseite, wo diese im Hangenden des Kalkes wären, hier aber abgetragen sind und erst auf der Altenalp wieder einsetzen.

Wie wir an diesem Beispiele darlegten, hat die detaillierte Gliederung der untern Kreide weitgehende Folgen für die Beurteilung des Gebirgsbaues, besonders im Bereiche der aus unterer Kreide bestehenden Gewölbekerne.

Vergleichen wir nun unsere Profile 6 – 8 mit den entsprechenden Profilen 16 und 17 von Alb. Heim (Atlas, Lit. 21), so finden wir, daß im Gegensatze zu dem oben Gesagten die Darstellung Alb. Heims eine nur ganz wenig nordwärts überliegende Falte zeigt, welche eine mächtige Kernmasse enthält, über deren Material diese Profile nichts aussagen. In Wirklichkeit ergibt die Detail-

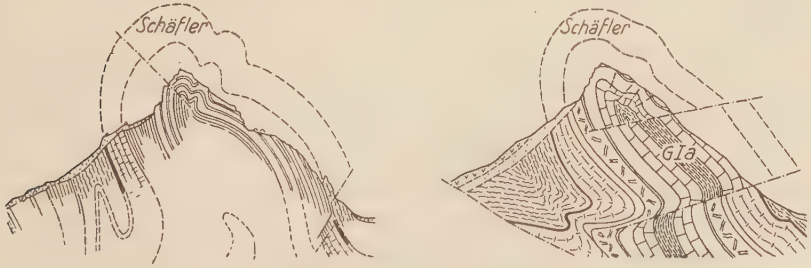

Fig. 1. Profile des Schäflers

a) nach Alb. Heim b) nach der neuen Aufnahme

kartierung – wenn wir von den später zu besprechenden Brüchen absehen – das sehr klare Bild einer stark überliegenden Falte mit einem Gewölbekern, der so eng gepreßt ist, daß er als konkordante Schicht zwischen den beiden Öhrlikalkschenkeln erscheint.

Aus den Verhältnissen auf der Altenalp aber können wir weiter folgern, daß die nordwärts anschließende Mulde ebenfalls nicht so steil sein kann, sondern als nach Norden überliegende Synklinale die Unterlage des G. Ia bildet. In der Tat vermögen wir am Nordabfall der Läden ein Umbiegen der zuerst steil einfallenden Schichten zu erkennen, und der Seewerkalk der Mulde zeigt bereits ein Einfallen von etwa 45^0 (vergl. Pr. 7).

Was für das Gebiet der Altenalp dargelegt worden ist, hat aber, wie die Neuaufnahmen ergeben haben, grundsätzliche Bedeutung für das ganze mittlere Säntisgebirge. Viel allgemeiner als dies in den Profilen Alb. Heims zur Geltung kommt, haben die Gewölbe, im besonderen die nördlichen, die Tendenz zu liegenden Falten, und ähnlich wie bei der Altenalp spricht der Gesamtbau für sehr enggeklemmte tiefste Gewölbekerne.

Die nachfolgende Beschreibung der einzelnen tektonischen Elemente von Norden nach Süden zu wird Gelegenheit bieten, diese Verhältnisse eingehend zu besprechen.

Die Basis der Nordwand des mittleren Säntisgebietes

Die Überschiebung der Säntisdecke auf die Molasse am Nordrand des Gebirges ist leider nur an einer einzigen Stelle direkter Beobachtung zugänglich: Es ist die bekannte Lokalität südlich der Alp Dunkelberndli im Weißbachtal, die schon mehrfach beschrieben worden ist, zuletzt sehr eingehend 1937 von H. Renz (Lit. 40, Seite 171).

Nur hier kann der Kontakt von Molasse, Flysch und Kreide lückenlos studiert werden. In einem Bachbett finden wir unten nach Süden einfallende, stampische Molasse: Nagelfluh, Sandstein und Mergelschiefer wechsellagernd. Zahlreiche kleine, horizontale Störungen durchziehen die Bänke als Zeugen einer wuchtigen Überschiebung der alpinen Decke. Über braun anwitterndem, stark zerrissenem Molassemergel mit Kalksandstein, den Renz als Horwertypus bezeichnet, liegt eine scharfe Überschiebungsfläche, über welcher etwa 6 bis 8 m schwarze Flyschschiefer folgen. Darüber

liegen, ohne scharfe Grenze, grauschwarze, stark verschieferte Kalke, welche Renz ebenfalls noch zum Flysch rechnen will. Die Untersuchung ergab aber das Vorhandensein von Globotruncanen, wodurch sie als verquetschter Seewerkalk bestimmt sind. Auch Alb. Heim hat sie als Seewerkalk aufgefaßt.

Über einer ebenfalls scharfen Scherfläche folgt nun ein dünner Keil Schrattenkalk (ca. 3 m), dann Gault und darüber eine mächtige Serie Seewerkalk. Dieser bildet eine Mulde (M. Ic), welche sich längs des ganzen Nordfußes verfolgen läßt (Pr. 5). Der erwähnte Schrattenkalkkeil kann nur eine mitgeschleppte Schuppe an der Hauptüberschiebung sein, der zugehörige normale Muldenschenkel wäre in der Tiefe zurückgeblieben.

Was an diesem Aufschluß besonders auffällt, ist vor allem die geringe Flyschmächtigkeit; auch hier handelt es sich nur um einen mitgerissenen Schubfetzen.

Die Bachrinne vom Berndli ist im mittleren Säntis die einzige Stelle, wo die Unterlage der Kreidedecke klar aufgeschlossen ist; sonst verhüllen ausgedehnte Schutthalden den ganzen nördlichen Gebirgsfuß. Alle Anzeichen sprechen aber dafür, daß auf dieser Strecke allenthalben die Kreide fast direkt bis auf die Molassse vorgeschoben worden ist. Wir finden also hier an der Basis des Säntisgebirges nicht die üblichen Verhältnisse wie am übrigen Alpenrand, wo die Kreide von einer mehr oder weniger beträchtlichen Serie subalpinen Flysches von der Molasse getrennt ist.

Aber auch die Auflagerung der Kreidedecke zeigt eine abweichende Form, indem diese mit einer Mulde von Seewerkalk beginnt, welche von Schwendi bis zur Kammhalde verfolgt werden kann. Im östlichen Teil, bis zum Berndli (Pr. 6 bis 10), ist dieser Seewerkalk ziemlich mächtig; es ist die vereinigte Mulde Ib und c, deren Südschenkel direkt in den Nordschenkel von G. Ia übergeht. Außer am Berndli tritt auch am Borstbühl und am Fuße des Kammes zuunterst noch etwas Gault und Schrattenkalk in geringer Mächtigkeit zutage, der aber auch hier eher als Schubfetzen, denn als normaler Muldenschenkel betrachtet werden muß; der letztere wäre in der Tiefe zurückgeblieben. Westlich des Berndlis (Pr. 1 bis 4) ist auch der Seewerkalk nicht mehr so mächtig; er ist zwar noch immer muldenförmig gelagert, aber nicht mehr in ungestörtem Zusammenhange mit dem darüberliegenden G. Ib, dieses ist vielmehr über den Seewerkalk der Randmulde oder über das Urgon

ihres Südschenkels überschoben. Wir haben daher im westlichen Teil, als Basis des Gebirges, eine abgequetschte Mulde. Die Abquetschung beginnt mit dem Einsetzen des G. Ib und zwar gerade westlich des großen Leiterfeld-Hängeten-Bruches.

Ein bemerkenswerter Querbruch durchzieht die Nordwand des Säntis beim sogenannten Aufgang (Nasenlöcher) direkt nordwestlich unterhalb des Öhrlis. Der Bruch verläuft nach Nordwesten Richtung Alp Nordweid. Nach der Auffassung und Kartierung von Alb. Heim (siehe seine Säntiskarte) wäre hier ein schmales Stück Kreide bis weit in die Molasse hinausgeschoben, und dies veranlaßte ihn, auch nach Brucherscheinungen in der Molasse zu suchen, doch ließen sich keine solchen nachweisen. Mir scheint nun aber, die Darstellung auf der Säntiskarte entspreche nicht den tatsächlichen Verhältnissen, sondern es liege nur eine ausgedehnte Sackung vor, durch welche ein vereinzeltes Paket von Seewerkalk bis dahin gelangen konnte, wo Heims Karte ein Fallzeichen angibt. Die nordwestlich davon angegebenen Nagelfluhbänke ließen sich nicht wieder finden; Molasse zeigt sich einzig östlich des Fallzeichens (und zwar östlich des vermeintlichen Querbuches). Die Sackung war erleichtert durch die beiden im Südwesten und Nordosten von Pt. 1620 verlaufenden Querbrüche; die Brüche selber aber würden nur in die Basis der überschobenen Kreide und nicht bis in die Molasse reichen.

Das Gewölbe Ib

Das Gewölbe Ib baut die mächtigen Felspartien oberhalb Schwägalp und Potersalp auf; es bildet den untern Teil des ca. 1000 m hohen Nordabfalles des Gebirges über der Kammhalde. Benützen wir den Aufstieg über die Kammhalde, so finden wir bei ca. 1640 m eine Schuppe von Valanginienkalk in verkehrter Lage, worauf wir auf ca. 1700 m die braunen Öhrlimergel des Gewölbekerns betreten (Pr. 1). Schon etwa 300 m östlich sehen wir die Gewölbeumbiegung im Öhrlikalk, der sich um die Mergel schließt und deutlich die liegende Stellung dieser Antiklinale zeigt. Da der Anschnitt etwas schief zur Streichrichtung verläuft, ist noch weiter östlich die Umbiegung auch im Valanginien deutlich erkennbar; der Nordschenkel des Gewölbes ist jedoch an der schon oben erwähnten Überschiebung über M. Ic abgerissen, so daß sich von West nach Ost zuerst Öhrlikalk, dann Valanginienkalk und

schließlich Kieselkalk über die darunterliegende Mulde schiebt. Im Westen, außerhalb meines Gebietes, verschwindet der reduzierte Nordschenkel des Gewölbes unter dem Gehängeschutt der Schwägalp.

Steigen wir von den Öhrlimergeln der Kammhalde weiter den Pfad hinauf, so durchqueren wir das normale Profil bis zum Schrattenkalk, der bei ca. 2050 m vom Öhrlimergel des G. Ia überschoben wird. Von hier nach Osten konstatiert man ein axiales Absinken des Gewölbes Ib, dabei ist im einzelnen noch folgendes zu beobachten (vergleiche auch Tafel IX):

Westlich vom „Aufgang" (im Volksmund Aufgang über die „Nasenlöcher" genannt) ist der Kieselkalk besonders mächtig, was als durch die Gewölbeumbiegung bedingte Doppelung leicht zu erklären ist. Dieser Kieselkalk stößt am Querbruch, der vom Öhrli gegen den Aufgang verläuft, an den Seewerkalk der Randmulde. Östlich davon ist wieder etwas Valanginienkalk aufgeschlossen, der direkt auf Seewerkalk überschoben ist. An zwei Querbrüchen, die von Südosten herabstreichen, taucht zuerst der Valanginienkalk und hierauf der Kieselkalk ganz unter, und wir haben nur noch den Schrattenkalk als Kern des G. Ib. Auch dieser endet an einem Bruche, der schon zum System des großen Hängeten-Bruches gehört. In Schollen, die zwischen den einzelnen Brüchen horizontal verschoben wurden, sticht noch zweimal etwas Schrattenkalk aus dem Seewerkalk heraus, dann wird dieses Gewölbe vom Seewerkalk eingehüllt und taucht endgültig nach Ostnordosten unter.

Die Mulde Ib

Diese Mulde schließt ohne Störung an das eben beschriebene Gewölbe Ib an; im Osten, oberhalb Hundslanden, vereinigt sie sich mit dem Seewerkalk der Basismulde Ic und bildet die normale Synklinale anschließend an das Gewölbe Ia nördlich von Schäfler, Zisler und Ebenalp. Nach Westen zu setzt sich die Mulde fort in die mächtige Seewerzone des Ochsenbetters (Pr. 5). Daß es eine flache, wahrscheinlich tief einstechende Mulde ist, zeigt ihr schwaches Südfallen und das Untertauchen unter das ebenfalls nach Norden überliegende Gewölbe Ia. Der stark reduzierte Nordschenkel, der gleichzeitig ihr Muldenschenkel ist, wird am Westrand des Öhrlis an der gewaltigen, überkippten Überschiebung abgeschert. In dieser Zone erreicht die Synklinale Ib ihre größte Mächtigkeit,

indem sie sackförmig unter dem Öhrli aufgestaut ist (Pr. 4). Westlich des Öhrlis, unterhalb der hintern Öhrligrub, ist der Seewerkalk in außergewöhnlich großer Mächtigkeit aufgeschlossen. Westlich dieser Zone besteht der reduzierte, verkehrte Muldenschenkel nur noch aus etwas Schrattenkalk, über welchen die Öhrlimergel aufgeschoben wurden. Auch dieser Schrattenkalk keilt nach Westen aus, und die Seewermulde liegt dann direkt unter der Überschiebung; dadurch verliert sie langsam ihren Muldencharakter, und schließlich spitzt genau unter dem Gyrenspitz der Seewerkalk gegen Westen zu an der Überschiebung ganz aus (Pr. 1–3).

Das Gewölbe Ia

Das Gewölbe Ia bildet im westlichen Teil meines Untersuchungsgebietes den obern Teil der Nordwand über der Kammhalde und die Gratkette vom Gyrenspitz über Hühnerberg–Öhrli und Hängeten, ferner gegen Osten zu die ganze Nordkette: Türme–Läden–Schäfler–Zisler und Kalberer–Ebenalp.

Im ganzen westlichen Teil, vom Öhrli westwärts bis zum Ofen und weiter nach Westen ist das Gewölbe – wie schon dargelegt – längs einer Überschiebungsfläche ganz beträchtlich auf die nördlichen Elemente, das heißt auf M. Ib aufgeschoben. Von der Hintern Öhrligrub nach Westen fehlt sein Nordschenkel völlig, und wir treffen nur den normalen südlichen Gewölbeschenkel, dessen ungestörtes Profil vom Seewerkalk bis hinab zum Berriasmergel den Nordabfall des Gyrenspitzes bildet (Pr. 1). Die Route des Kammhaldenaufstieges zwischen Gyrenspitz und Ofen führt durch diese Region. Die Schichten fallen ca. 40° bergwärts, der Öhrlimergel ist direkt auf die nördliche Mulde Ib aufgeschoben. Irgendwelche Reste eines reduzierten Mittelschenkels fehlen völlig.

Die Kammlinie der nördlichen Kette fällt vom Gyrenspitz gegen Osten zum Hühnerberg erheblich ab, dadurch wird der Grat von stratigraphisch immer ältern Schichten gebildet. Der Hühnerberg besteht aus Valanginienkalk, sein östlicher Teil schon aus Öhrlikalk. Die Art des Zurückweichens spricht für die relativ flache Lage des Gewölbes, das Einfallen beträgt hier (Pr. 2 und 3) nur etwa 30° und nimmt erst gegen Süden hin zu. Im obersten Teil dieses Gewölbeschenkels sind zwei flach nordfallende Längsbrüche zu beobachten, indem auf der Roßegg die Pygurusschichten zweimal

auftreten, unterbrochen von einem schmalen Streifen Valanginienkalk. Östlich davon am Hühnerberg, gegen die Hochniedere, ist ein ähnliches doppeltes Auftreten von Öhrlikalk mit dazwischenliegendem Valanginienkalk festzustellen.

Die nur schwach südgeneigte Fläche der Roßegg besteht im nordöstlichen Teil aus Valanginienkalk und den angrenzenden Pygurusschichten, welche hier auf weite Strecken nur schwach geneigt aufgeschlossen sind und durch den gelben Verwitterungssand sofort auffallen. Im südlichen und westlichen Abschnitt haben wir vorab Kieselkalk. Die frischen Schichtköpfe und häufige Karrenbildung bezeugen den Einfluß rezenter Erosion, die von früher vorhandenen Formen nicht mehr viel übrig gelassen hat (Pr. 3).

Gegen Osten zu wird das Gebiet der Roßegg von einigen Querbrüchen durchsetzt, deren einer durch die Einsattelung der Hochniedere streicht und vermutlich in Zusammenhang zu bringen ist mit dem Bruche, der westlich des Öhrlis durch die Nordwand hinabzieht.

Östlich dieser Querstörung kommen wir in das Gebiet von Öhrli und Hängeten, deren Tektonik von Alb. Heim ausführlich beschrieben worden ist und aus den Profilen 4 und 5 ohne weiteres ersichtlich ist: Die Hängeten bilden den normalen Südschenkel des Gewölbes, während im Öhrli der Nordschenkel, dessen jüngere Schichtglieder ziemlich reduziert sind, über einer gefalteten Überschiebung nach Norden überkippt ist (Abb. 1). Die liegende Seewerkalkmulde muß tief unter das Öhrli hineinstechen, wie schon bei M. Ib ausgeführt wurde. Die nach Norden abgebogene Überschiebung biegt gegen Osten rasch wieder in flache Lage zurück. Im Gebiete der vordern Öhrligrub (Pr. 5) beobachtet man nur noch eine schwach südfallende Partie, welche der Basis des Öhrlis entspricht. In den beiden Öhrligruben sind die Mergel des untern Berriasiens am tiefsten aufgeschlossen, während die Gipfel von Öhrli und Hängeten aus Berriaskalk bestehen. Nach diesen Lokalitäten sind von Arn. Heim für das Berriasien die Bezeichnungen Öhrlimergel und Öhrlikalk eingeführt worden, die heute im helvetischen Faziesgebiet vielfach angewandt werden (Lit. 26). Beidseits folgen nach außen Valanginienkalk und jüngere Schichten, am Öhrli verkehrt, senkrecht stehend und sehr reduziert, an den Hängeten normal, den sehr steilen Südabhang bildend.

Wesentlich andere Verhältnisse finden wir im östlich angrenzenden Gebiet. Zwischen Öhrligrub und den Türmen verlaufen die Querbrüche des Systems der Hängeten und des Leiterfeldes, welche westlich der Lötzlisalp und in der vordern Wagenlücke schmale Schollenstücke herausschneiden (vergleiche auch Abb. 3).

Östlich daran schließt der Komplex der Altenalptürme und des Steckenberges, welche wir oben (Seite 61) ausführlich beschrieben haben. Hier finden wir das Gewölbe vollständig entwickelt, das heißt mit normalem, aber isoklinal gestelltem Nord- und Südschenkel. Der Gewölbescheitel kann nur durch einen Luftsattel angedeutet werden (Pr. 6 und 7). Die Fortsetzung des Südschenkels der Hängeten bildet der isolierte Steckenberg, während die Türme und Läden dem senkrecht stehenden Nordschenkel angehören, der nach unten zu südliches Einfallen zeigt.

Die eigenartige dreieckige Form des Steckenberges ist nach meinem Dafürhalten durch zwei sich schneidende Querbrüche bedingt. Der westliche ist Süd–Nord gerichtet und scharf ausgeprägt; er zieht vom Leiterfeld durch den Steckenbergsattel in die Türme (vergleiche auch die Säntiskarte von Alb. Heim). Der östliche Bruch ist Südost–Nordwest gerichtet, ist aber im Gelände nur ganz am Ostfuße des Steckenberges erfaßbar. Auf sein Vorhandensein auch oben am Steckenberg kann geschlossen werden aus der Lage der Öhrlimergel, die etwas zu hoch liegen im Vergleiche zu denen der östlich benachbarten Altenalp. Auch morphologische Überlegungen sprechen für einen Querbruch an dieser Stelle (Abb. 3).

Östlich folgt nun der gewaltige Querbruch, an welchem die den Schäfler bildende östliche Fortsetzung des Gewölbes Ia staffelförmig in die Tiefe absinkt; damit bietet sich die Möglichkeit, am Schäfler die Richtigkeit der in den Altenalptürmen gemachten Beobachtungen zu bestätigen, indem wir hier den Gewölbescheitel erhalten haben. In der Westwand des Schäflers ist noch der Kern der Öhrlimergel sichtbar, darüber Öhrlikalk und Valanginienkalk mit prachtvoller Umbiegung, gestört durch mehrere kleinere Gewölbeschenkelbrüche (Pr. 8), welche wieder den von Süden wirksam gewesenen horizontalen Druck dokumentieren. Den Gipfel des Schäflers bildet eine kleine Kappe von Kieselkalk, durch einen weitern Querbruch vom Valanginienplateau getrennt, auf welchem das Gasthaus liegt.

Nordwestlich der Alp Filder, am Nordfuße der Läden und des Schäflers, liegt ein Band Schrattenkalk zwischen zwei Querbrüchen im Verhältnis zu seiner Umgebung zu tief, während in den ältern Schichten keine vertikale Verstellung vorhanden ist. Wir dürfen diese Erscheinung nicht als eine Wirkung der Brüche betrachten, sondern haben höchstwahrscheinlich eine Sackung en bloc in diesem ohnehin an Rutschungen reichen Abhange anzunehmen.

Immer einfacher wird der Faltenbau gegen Osten. Wir kommen in den Bereich der Staffelbrüche von Neuenalp–Schibler, Zisler, Ebenalp und Bommen-Wildkirchli, deren östliche Flügel jeweils um ein Beträchtliches tiefer liegen. Wir haben nur noch ein einfaches Gewölbe vor uns, das aber nicht als aufrechtstehend zu deuten ist, sondern wie die übrigen Antiklinalen als liegendes Gewölbe aufgefaßt werden muß. Die Schrattenkalke am Nordfuße stehen saiger, der Seewerkalk zeigt aber schon leichtes Südfallen, wodurch sich ein Einstechen unter den Schrattenkalk verrät. Das Gebiet der Neuenalp liegt an der Gewölbeumbiegung, und die Randmulde muß schon beträchtlich nach Süden einstechen (Pr. 9 und 10). Auf diese Art wird der Gewölbekern voll ausgefüllt, und zwar genügt hierfür die im Altenalpgebiet festgestellte Berrias-Valanginienserie vollauf – im Gegensatz zum bisher angenommenen stehenden, breiten Koffergewölbe.

Im Kessel der Gartenalp ist das Gewölbe bis zum Kieselkalk aufgeschlossen, während der Schrattenkalk beiderseits in Kalberer und Zisler den Rahmen bildet. Auf der Ebenalp hingegen ist das Gewölbe wieder vollständig geschlossen und von Seewerkalk bedeckt. Nur in der Ostwand, wo der Querbruch die Kette durchschnitten hat, sind wieder Drusbergschichten und Kieselkalk anzutreffen. Zahlreiche kleine Querbrüche durchziehen den Schrattenkalk von Zisler und Ebenalp. Auch hier aber ist – in Verfolgung des eben Gesagten – anzunehmen, daß der Bau des Gewölbes einer nach Norden überliegenden Falte entspreche.

Über das Ostende des Gewölbes I a ist nichts Neues zu bemerken. Alb. Heim und E. Blumer haben schon die Ansicht geäußert, daß das Bommenkopf-Stuhlgewölbe mit dem nummulitenführenden Eocaen nicht mehr zur Säntisdecke s. str. gehört, sondern eher einen mitgerissenen, einer tiefern tektonischen Einheit angehörenden Schubfetzen repräsentiert, auf welchen das Säntisgebirge mit dem Bommengewölbe aufgefahren ist. Das Bommengewölbe zeigt

wieder ein starkes axiales Gefälle nach Osten, wodurch es bei Schwendi unter den Talboden verschwindet. Vor seinem Untertauchen ist es in seinem Südabschnitte, im sogenannten Langenstein von der Erosion angegriffen, so daß Valanginien zutage tritt. Vermutlich war das Zustandekommen dieses Anschnittes erleichtert durch eine Begleitstörung zu dem wenig östlich durchziehenden großen Sax-Schwendi-Bruch. Beiläufig sei hier bemerkt, daß nordwestlich über Wasserauen der Kieselkalk des Südschenkels bis vor kurzem als Straßenschotter gebrochen wurde.

Verfolgen wir nun noch den Südschenkel des Gewölbes Ia vom Gyrenspitz nach Osten, so sehen wir folgendes: Im westlichen Teile bildet er die nur schwach südfallende Schichtplatte der Roßegg. Das Einfallen verstärkt sich aber nach Süden zu und erreicht im Talkessel der Fehlalp sogar 90°. Von der Fehlalp nach Osten verläuft der längste, durchgehend verfolgbare longitudinale Schenkelbruch, der, im Gegensatze zu den höhern Partien, ein Ausweichen des obern Teiles des Gewölbeschenkels nach Süden verursacht. Dadurch kommt steil südfallender Schrattenkalk auf die Schichtköpfe der Seewermulde Ia zu stehen. Dieser Bruch läßt sich von der Fehlalp über den Fuß des Steckenberges bis zum Kobel, östlich des Seealpsees, verfolgen. Im Steckenberg und zum Teil auch östlich davon, am Fuße der Altenalp, haben wir zwei solcher Längsstörungen übereinander, welche ein keilförmiges Paket begrenzen und sich vermutlich in der Tiefe vereinigen. Östlich von Kobel, am Fuße des Äschers, ist der Längsbruch nicht mehr durchgehend verfolgbar; es darf aber mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß er auch hier vorhanden ist und bis zum Räßenaueli durchzieht. Es sei noch bemerkt, daß ein direkter westlicher Zusammenhang dieser Längsstörung mit dem Wagenlückenbruch (siehe G. IIb) trotz ähnlicher Streichrichtung ausgeschlossen ist, denn die beiden Brüche haben eine entgegengesetzte Wirkung.

Die steilen Südabhänge von Zisler und Ebenalp werden vor allem von Kieselkalk gebildet, im östlichen Teil auch von Valanginienkalk; die Schichten dieses von der Erosion angefressenen Gewölbes sind teilweise wie Zwiebelschalen aufgeschlossen.

Die Blauschneemulde Ia

Wir kommen nun in den Bereich der Mulde Ia und verfolgen diese wieder von Westen nach Osten. Es ist eine verhältnismäßig schmale,

aber sehr tief einstechende Seewerkalksynklinale, welche am Grat zwischen Gyrenspitz und Säntisgipfel sich fächerförmig öffnet und in die Luft ausstreicht: im Kern senkrechte, geschieferte Seewerkalkplatten, die sich nach Norden und Süden gegen und über die Gewölbe Ia und IIb umbiegen (Pr. 1). Einen besonders übersichtlichen Einblick in diese Zone gewinnt man auf der Fahrt mit der neuen Säntisschwebebahn, kurz bevor man die Endstation erreicht. In dieser Muldenzone liegt auf der Ostseite, der Windschattenseite, der sogenannte Blaue Schnee, das heute nur noch spärliche Relikt eines kleinen Gletscherchens. An dessen unterm Ende, südwestlich und südlich des Grünbühls, wird die Mulde außerordentlich eng gequetscht; das Säntisgewölbe wurde darübergeschoben und hat den Seewerkalk wie zu einem Flaschenhals zusammengedrückt, während wir nach der Tiefe zu eine sackförmige Erweiterung annehmen müssen, eine Form, die auch bei andern Seewerkalkmulden im Säntisgebiet vorausgesetzt werden darf. Wie wir bei der Besprechung des Gewölbes IIb sehen werden, ist dessen Nordschenkel zu einer Überschiebungsfläche reduziert, und wir finden deshalb Kieselkalk und Pygurusschichten in nächster Nähe des nur durch etwas Moränenschutt getrennten Seewerkalkes. Die starke Verengung in dieser Zone steht unter dem Einfluß des Wagenlückenbruches, wie ihn Profil 2 darstellt, und auf welchen in der Besprechung des Säntisgewölbes näher eingegangen wird. Zwischen Grünbühl und Fehlalp liegt das durch diesen nordfallenden Längsbruch nach Nordwesten vorgeschobene Paket Kieselkalk über der verengten Seewerkalkmulde, die hier nur eine Breite von ca. 20 m zeigt. Von hier an setzt auch der reduzierte Mittelschenkel mit steil, ca. 80° nach Süden einfallendem Schrattenkalk wieder ein, und wir können nach Osten wieder ein allmähliches Ausweiten der Synklinale und ein Erstarken des Mittelschenkels unter den Schuttmassen des Trockentales der Fehlalp voraussetzen.

Während sich also die Verhältnisse am Südrand des Tales normaler gestalten, wird die Mulde dafür an ihrem Nordrand gestört, indem der Schrattenkalk des Gewölbes Ia an dem oben (Seite 72) erwähnten „verstärkenden" Längsbruche über den Seewerkalk gepreßt wurde.

Die sich nach unten und nach Osten zu allmählich verbreiternde Mulde Ia füllt das Tal zwischen dem untern Meßmer und dem Leiterfeld aus (Ofen, Horst und Klusen; Profil 5), wo das

Säntisgewölbe am Nordfuße der Roßmad (Agathenplatten) ziemlich kräftig an die Seewerschichten der Mulde angepreßt wurde; der Seewerkalk zeigt ein Südfallen von 75 bis 80°. Die Mulde wird im Leiterfeld vom Hängeten-Querbruch abgeschnitten und etwas nach Süden verschoben, deshalb streicht sie von da an im Untergrunde des Seealptales nach Nordosten und nur ihr nördlicher Teil ist am Fuße des Steckenberges noch sichtbar.

Das nordöstlich des Seealpsees auftauchende Hüttenalpgewölbe IIc teilt hier die Mulde in zwei Lappen (Pr. 9): der nördliche M. Ia' ist in der Seehalde bis Reslen deutlich erkennbar und streicht dann aber schon bei Kobel in die Luft aus. Die Hauptmulde Ia zieht durch das Seebecken zur Hüttenalp, wo sie sich mit dem Seewerkalk der Mulde II vereinigt; die einheitlich gewordene Seewermulde Ia und II wird hier vom Sax-Schwendi-Bruch abgeschnitten.

Im Tale zwischen Kobel und Wasserauen, das heißt zwischen Gewölbe Ia und dem Hüttengewölbe IIc, fehlt der Platz für eine Mulde: der Schrattenkalk des Hüttennordschenkels ist an einer Scherfläche auf den südlichen Gewölbeschenkel Ia aufgeschoben (Pr.10).

Das Säntisgewölbe IIb

Die Antiklinale IIb steigt als Ablösung des Stoßgewölbes IIa von Westen her ziemlich rasch axial in die Höhe und erreicht ihre Kulmination wenig östlich des Säntisgipfels. Dieser höchste Gipfel des Gebirges – früher von den Älplern „Hochmeßmer" genannt, bis diese Bezeichnung durch den Namen des ganzen Gebirges verdrängt wurde – liegt auf dem Gewölbescheitel, der noch von Seewerkalk gebildet wird. Wenige Meter unter dem Observatorium stoßen wir schon auf Gault, der nach beiden Richtungen, nördlich sehr steil, südlich etwa mit 30° einfällt. An diesen Stellen ist seine untere und obere Begrenzung und besonders der Übergang der Turrilitenschichten in den hangenden Seewerkalk prächtig aufgeschlossen. Die Gewölbeumbiegung ist auch im Schrattenkalk deutlich zu verfolgen. Am klarsten sind die Verhältnisse beim Anblick des Gipfels von Osten. Der Nordschenkel ist steil, bald senkrecht, und auf den liegenden Seewerkalk der Mulde Ia aufgepreßt. Wir finden am Ostfuß des Gipfels beim Blauen Schnee die gleichen Verhältnisse, wie sie Alb. Heim vom Westfuße beschreibt, nur sind

sie hier schlechter zugänglich und etwas weniger gut aufgeschlossen. Nach der Tiefe zu ist der ganze Mittelschenkel abgerissen und der Südschenkel mit dem Gewölbekopf auf die Mulde Ia hinaufgepreßt.

Weiter östlich ist wieder ein reduzierter Mittelschenkel vorhanden, beginnend mit wenigen Metern Urgon und etwas Drusbergmergeln, welche die mittlere Rinne des steilen Absatzes im Hintergrund der Fehlalp bilden (Abb. 4). Dann folgen nach Süden Altmannschicht und Kieselkalk; über den letztern wird weiter unten noch zu sprechen sein. Dieser schmale Nordschenkel zieht unter dem Schutt der Fehlalp durch und kommt östlich des untern Meßmers wieder zum Vorschein, noch immer sehr reduziert, aber ohne Schichtlücken. Er bildet mit dem Valanginienkalk des Gewölbekerns den Nordfuß des Roßmadgrates und damit den Hintergrund des Seealpbodens. Ganz ähnlich wie am Fuße des Säntisgipfels ist hier der Schrattenkalk des Nordschenkels an den Seewerkalk angepreßt worden, die Schichten stehen fast senkrecht, ca. 80° nach Süden einfallend.

Den Hauptteil des Gewölbes bestreitet aber der Südschenkel, der den Schrattenkalkgrat vom Säntis über die Wagenlücke und die sogenannten Agathenplatten oder die Roßmad bildet und im Hintergrund der Seealp vom Leiterfeld-Hängeten-Bruch abgeschnitten wird. Die Südseite dieses Grates wird ganz von den Schrattenkalkplatten gebildet, welche im allgemeinen 45° nach Süden einfallen, im Detail aber durch nach Norden gerichtete horizontale Streckungserscheinungen etwas gewellt sind. Dies drückt sich auch äußerlich durch flachere Bänder und steilere Flanken aus. Hier verläuft der Weg von der Meglisalp nach dem Säntis, auf größere Strecken die Orbitolinaschicht verfolgend.

Unter dem Schrattenkalk, der gegen die Fehlalp zu in senkrechten oder überhängenden Wänden abbricht, folgt in normalem Profil die untere Kreide bis zum Valanginienkalk. Dieser bildet im Hintergrund der Fehlalp und im Hintergrund der Seealp den Gewölbekern.

Wie im westlichen Teil der Roßegg gegen den Gyrenspitz, so macht sich auch im Gebiete des Großen Schnees, das heißt im westlichen Teil unseres Gewölbes IIb, etwa zwischen dem Säntis und der Wagenlücke ein Wechsel der Streichrichtung geltend, infolge der Achsenkulmination des nach Norden überliegenden Gewölbes. Wir messen in diesem Abschnitt, wie auch auf dem Säntisgipfel und im

Seewerkalk des Kalbersäntis West-Ost-Streichen, im Gegensatz zur normalen Streichrichtung der Ketten von ca. N 60 E.

Der sonst einheitliche Schrattenkalkgrat, welcher ungefähr parallel dem östlichen Axialgefälle des Gewölbes verläuft, ist in der Wagenlücke jäh unterbrochen. Hier streicht ein ca. 40° Nordwest einfallender Längsbruch durch, an welchem der ganze westliche Gewölbekopf um ca. 150 m nach Nordwesten und etwas tiefer gepreßt wurde, also wiederum ein Resultat vorwiegender Horizontalbewegung. Da die Verschiebung etwas mehr als die Mächtigkeit des Schrattenkalkes beträgt, so kommt in der Fortsetzung der Wagenlücken-Bresche eine schmale Zone liegender Drusbergschichten zum Vorschein, die sich etwa 500 m weit nach Südwesten verfolgen läßt; diese fehlt auf der Säntiskarte von Alb. Heim.

Die weitere Fortsetzung des Wagenlückenbruches gegen Südwesten streicht schließlich in den Seewerkalk des Kalbersäntis, wo sie nicht mehr zu verfolgen ist. Auf alle Fälle darf sie nicht in die Störung des Hohschrin fortgesetzt werden, deren Verschiebungsrichtung gerade umgekehrt ist. Wir müssen den Wagenlückenbruch auf das Säntisgewölbe beschränken; die Störungen des Lysengrates und Kalbersäntis sind, wie wir später sehen werden, eigener Art und stehen im Zusammenhang mit der Aufschiebung des Gewölbes III.

Die nordöstliche Fortsetzung des Wagenlückenbruches verliert sich im Kieselkalk des Lochtem, wo sie nicht mehr gefaßt werden kann. Wie wir auf Seite 72 gesehen haben, darf der Wagenlückenbruch nicht mit dem Längsbruch am Nordrand der Fehlalp verbunden werden, da dieser eine entgegengesetzte Wirkung hat.

Durch das Vorschieben eines mächtigen Paketes von Urgon und Kieselkalk infolge des Wagenlückenbruches erklärt sich nunmehr völlig die schmalste Stelle der Blauschneemulde, die einfach in ihrem obern Teile überfahren wurde (Pr. 2).

Zwischen Wagenlücke und Säntis sind noch einige kleinere Parallelbrüche zum Wagenlückenbruch vorhanden, welche aber nur Verstellungen von unbedeutendem Betrage innerhalb des Schrattenkalkes hervorrufen. Sie stehen jedenfalls im Zusammenhange mit dem horizontalen Druck, unter welchem die Stirn des Gewölbes III nach Norden vorgeschoben wurde, und sind deshalb in der Kulminationszone des Gebirges besonders deutlich entwickelt.

Eine neue Störung anderer Natur zeigt sich in der Talstufe, welche die Fehlalp nach Westen abschließt (Pr. 3). Der Valanginienkalk des hier auf der südlichen Talseite zutage tretenden Gewölbekerns ist gegen Nordwesten an einer Überschiebung abgeschnitten. Nördlich daran schließt keilförmig eine gewölbeartig umgebogene lokale Schuppe von Kieselkalk, welche wieder an einer senkrecht einfallenden Überschiebung endet. Erst jetzt folgt der reduzierte Nordschenkel von Gewölbe II b mit Kieselkalk, Altmannschicht, Drusbergmergeln und etwas Schrattenkalk bis zur hier noch immer enggepreßten Mulde I a (siehe Abb. 4).

Östlich der Wagenlücke verläuft der südliche Gewölbeschenkel ohne Störungen bis nördlich der Meglisalp, wo das ganze Gewölbe durch den Leiterfeld-Hängeten-Bruch abgeschnitten und sein innerer Bau im Profil prachtvoll freigelegt wird. Von der Seealp her betrachtet, zeigt sich die gleiche Form wie am Säntisgipfel: steiler, reduzierter Nordschenkel, ca. 45° südfallender normaler Südschenkel, dazwischen die Gewölbeumbiegung im Kieselkalk mit Valanginienkalk als Gewölbekern (Pr. 5 und 6).

Östlich dieses Querbruches zieht der Südschenkel unter dem Plateau der Meglisalp durch in den Fuß der Schrennen und taucht durch Axialgefälle und Staffelbrüche zwischen Seealp und Hüttenalp unter den Seewerkalk der beiden begleitenden Mulden endgültig unter. Das Gewölbe wird abgelöst von der nicht sehr bedeutenden Antiklinale II c der Hüttenalp, welche aus der Mulde I a aufsteigt und wie diese am Sax-Schwendi-Bruch sehr bald abgeschnitten wird und in der Tiefe verschwindet (Pr. 9 und 10). Das kleine Gewölbe II c besteht zur Hauptsache aus Schrattenkalk, dessen Umbiegung am Wege Seealp–Wasserauen prächtig verfolgt werden kann. Nur am Nordrand südwestlich Räßenaueli ist der Kieselkalkkern aufgeschlossen; er wird hier seit kurzem zur Gewinnung von Hartschotter und Bausteinen gebrochen.

Die Meglisalpmulde II

Die Mulde II treffen wir zuerst am Kalbersäntis. Schon das Kartenbild zeigt, wie die eigentliche Mulde in den Talkesseln südlich des Gyrs und der Meglisalp steil nach Süden eintaucht, während ihr oberer Teil immer flacher auf den Südschenkel von Gewölbe II zu liegen kommt, so daß über den Säntisgipfel, das heißt über den Gewölbescheitel, eine Seewerkalkbrücke die Verbindung mit der

Blauschneemulde herstellt. Die zuerst flach, dann immer steiler nach Süden einfallenden Seewerschichten sind von vielen kleinen Rutschflächen durchsetzt, und am Kalbersäntis finden wir eine größere und mehrere kleinere Aufschiebungen innerhalb der obern Kreide, die im Zusammenhange mit der sofort zu besprechenden Überschiebung des Schrattenkalkes des Lysengrates, das heißt von Teilen des Gewölbes III, stehen. Während der Seewerkalk des Muldenkerns bis Meglisalp mit stetigem Südfallen von ca. 45° gleichförmig verläuft, ist der südliche Muldenschenkel immer reduziert. An der Überschiebung des Lysengrates wird an einer Stelle der Schrattenkalk ausgequetscht; die zwischen ihm und dem Seewerkalk durchziehende Scherfläche streicht nun unter dem Kieselkalk nach Osten, tiefer unten setzt bald wieder der Schrattenkalk ein. Bald darauf wird der Kieselkalk auf Null reduziert, beginnt dann aber nach kurzer Unterbrechung wieder, doch kommt auf der Zwischenstrecke Valanginienkalk auf Urgon zu liegen (siehe

Fig. 2

Die Scherfläche am Nordfuß des Lysengrates
B = Berriasien, Vm = Valanginienmergel, Vk = Valanginienkalk, Kk = Kieselkalk, D = Drusbergschichten, U = Schrattenkalk (Urgonien), S = Seewerkalk.
·—·—·—·—·— = Überschiebungsfläche.

Fig. 2 und Abb. 7). Von da nach Osten haben wir dann einen von mehreren kleinern Störungen durchsetzten, stark reduzierten Schenkel, in welchem einzig die Drusbergschichten meist ganz fehlen. Diese scheinen hier den Gleithorizont für die Aufschiebung der Kernzone von Gewölbe III auf den liegenden Schenkel gebildet zu haben.

Unter dem Bergsturzschutt von Meglisalp und den Moränen und dem Gehängeschutt von Kreuzbühl und Da setzt sich die Synklinale ostwärts gleichförmig fort bis zum Querbruch am Westfuße der Marwies. Ihr Nordschenkel bildet die Steilwand zur Seealp (G. IIb), und der Südschenkel ist vertreten durch stark reduzierten Schrattenkalk, der an mehreren Stellen südlich von Kreuzbühl und Da aufgeschlossen ist.

Von hier zieht die Seewerkalkzone in die Schrennen und hinaus zur Hüttenalp, wo die Vereinigung mit der Mulde Ia stattfindet. Die Verhältnisse an der Marwies sind in einem besondern Abschnitt weiter unten dargestellt, es sei hier nur vorweg bemerkt, daß auch im Marwiesabschnitt ein tiefes Einstechen der Mulde anzunehmen ist.

Das Gewölbe III

Vom Gewölbe III, das in seiner Gesamtheit zweifellos die mächtigste Antiklinale darstellte, ist heute infolge der sehr starken Erosion nur eine breite Gewölbekernzone und ein mächtiger Südschenkel übriggeblieben; der Nordschenkel hat infolge des nach Norden überliegenden Gewölbebaues im Westen starke Verquetschung erfahren und zeigt nur im Marwiesgebiet normale Entwicklung. Infolge der starken Ausräumung erscheint die Gewölbekernzone als eine breite Furche, die sich vom Tal der Säntisthur (Thurwies–Flis–Schafboden) über den Rotsteinpaß–Horst–Oberkellen–Bötzel–Widderalp bis zum Sax-Schwendi-Bruch, nördlich des Stiefels, erstreckt.

Alb. Heim beschreibt die Kernzone auf Seite 86 seiner Säntismonographie (Lit. 21). Veranlaßt durch einige deutlich wahrnehmbare antiklinale Umbiegungen in den untern Kreideschichten von Schafboden, Rotsteinpaß, Horst und Bötzel (welche, wie wir später sehen, meist nicht in direktem Zusammenhange miteinander stehen), betrachtete er das ganze Gebiet zwischen Thurwies und Widderalp als einen einfachen Gewölbekern mit einem mächtigen normalen Süd- oder Gewölbeschenkel und einem etwa auf einen Viertel reduzierten Nord- oder Mittelschenkel.

Bei der Besprechung des Gewölbes Ia im Bereiche der Altenalp ist oben ausführlich dargelegt worden, wie die genaue Unterscheidung der verschiedenen Horizonte der untersten Kreide zu einer weitgehenden Abklärung der tektonischen Verhältnisse des Gewöl-

bekerns führte und wie sich namentlich ergab, daß an Stelle einer breiten, aufrechten Falte eine nach Norden überliegende Falte mit enggepreßtem Kern angenommen werden müsse.

Von diesen Feststellungen ausgehend, wurde nun auch der Gewölbekern von Gewölbe III eingehend untersucht, aber es zeigte sich sehr bald, daß hier sehr viel kompliziertere Verhältnisse vorliegen als bei Gewölbe I. Dazu kommt, daß die Aufschlüsse lange nicht diese Klarheit zeigen wie im Bereiche Öhrli–Altenalp–Schäfler. In wichtigen Abschnitten verhüllen Schutthalden das Anstehende, so daß der Zusammenhang einzelner Serien nicht immer bewiesen, sondern nur mehr oder weniger wahrscheinlich gemacht werden kann. Jeder Deutung – auch der hier gegebenen – haftet somit Hypothetisches an, was aber nicht davon abhalten darf, den Versuch einer Interpretation zu wagen. Die hier von mir gegebene ist das Ergebnis von Exkursionen, die ich mit Professor Buxtorf und Dr. Vonderschmitt im Gelände ausführen konnte, und anschließender gemeinsam ausgeführter Versuche, das Beobachtete zu deuten und in Profilen darzustellen.

Ein Leitgedanke dürfte sich dabei als feststehend ergeben haben, daß nämlich innerhalb der aus ältesten Kreideschichten (Berriasien und Valanginien) bestehenden Gewölbekernzone mehrfach Schuppen und Teilgewölbe auftreten. Ein derartiges tektonisches Element dieses Kernes kann auf oft sehr kurze Distanz untertauchen und verschwinden und durch ein anderes abgelöst werden. Es hat sich als wahrscheinliche Regel ergeben, daß im Verfolgen von Westen nach Osten zu ein südliches Element immer an Stelle eines nördlichen tritt und dieses ersetzt. Ebenso verhalten sich entsprechende lokale Scherflächen. Eine wichtige Feststellung ist sodann die starke Verquetschung dieser Kernfalten, die darauf hindeutet, daß wenigstens im untersuchten Abschnitte eine mehr oder weniger starke Abquetschung der Kernpartie nach unten zu stattgefunden hat.

In Anbetracht dieser komplizierten Verhältnisse verfolgen wir zunächst den innern Kern des Gewölbes III von Westen nach Osten und betrachten nachher den dazugehörigen Südschenkel in einem besondern Abschnitt. Für den Nordschenkel erübrigt sich eine Besprechung, er wurde schon oben als Südschenkel der Mulde II behandelt. Als Ausgangspunkt wählen wir den Sektor zwischen dem Rotsteinpaß und dem südwestlich davon liegenden Schafboden, obschon dieses schon im Einzugsgebiet der Thur und außerhalb

meiner speziellen Untersuchung liegende Gebiet leider noch nicht auf neuer Kartengrundlage aufgenommen werden konnte.

Die Aufschlüsse unten im Tal der Säntisthur bis in die Gegend des Schafbodens sind schon von W. Rutishauser (Lit. 42) beschrieben worden, und ich konnte mich auf einer kurzen Begehung von der prinzipiellen Richtigkeit seiner Beobachtungen überzeugen. Seine Konstruktionen im Untergrund könnten vielleicht da und dort etwas einfacher dargestellt werden.

Das Profil 10 von Rutishauser ist ziemlich an derselben Stelle gelegt wie mein Profil 1. Rutishauser läßt, meines Erachtens zu Unrecht, die Mulde IIIa vom Rotstein noch bis zum Schafboden weiterstreichen, woraus ein übertriebenes axiales Abtauchen resultieren würde. Man sieht diese Synklinale aber schon zwischen Schafboden und Rotsteinpaß in die Luft ausstreichen, und deshalb erscheint sie auf meinen Profilen erst in der Kulisse zwischen den beiden genannten Örtlichkeiten. Die übrige Darstellung zeigt weniger Unterschiede, wenn auch die lokalen Komplikationen auf dem Profil von Rutishauser noch nicht zum Ausdruck gelangen.

Am besten können wir die Verhältnisse studieren, wenn wir vom Säntis zum Schafboden absteigen und uns hernach wieder aufwärts zum Rotsteinpaß wenden (vergleiche Pr. 1).

Schon beim Abstieg vom Kalbersäntis beobachten wir eine bedeutende Überschiebung innerhalb des Seewerkalkes, aber auch sonst ist dieses Gestein hier durchwegs von flachliegenden Rutschflächen und kleinen Querstörungen durchsetzt. Der Schrattenkalk des Lysengrates ist ebenfalls auf den Seewerkalk aufgeschoben, die Überschiebungsfläche ist wellig gefaltet. An einigen Stellen sind noch Relikte von Gault vorhanden (zumeist in den senkrechten Teilen der Störung). Die Überschiebung des Schrattenkalkes auf die Mulde II erreicht keinen großen Betrag, das ganze Schichtpaket von Schrattenkalk wurde aber beim Aufschieben des Gewölbes III etwas verstellt und diskordant auf den Seewerkalk aufgepreßt. Am Lysengratweg messen wir im Schrattenkalk ein Streichen von N 90 E, im Gegensatze zu ca. N 70 E im darunterliegenden Seewerkalk. Auch die untern Kreideschichten des südlichen Lysengrates streichen wieder normal ca. 60 bis 65°.

Beim weitern Abstieg gegen Schafboden biegt der Weg für kurze Zeit nach Osten um und quert nun ungefähr auf Kote 2100 m die messerscharfe Überschiebung von Schrattenkalk auf Seewerkalk.

Es ist dies die hauptsächlichste Überschiebung, wie auch aus Pr. 1 hervorgeht. Hierauf verläuft der Weg in diesem aufgeschobenen Schrattenkalk, quert Drusberg- und Altmannschicht und erreicht dann einen eigenartig mylonitisierten Kieselkalk. Gleich östlich des nun wieder nach Süden absteigenden Weges sehen wir nun eine weitere, scharfe Überschiebung: Über dem Kieselkalk liegt eine dünne Platte von Valanginienkalk, bedeckt von Pygurusschicht und Kieselkalk; die Serie zeigt in ihrem obern, nördlichen Teil eine deutliche Gewölbeumbiegung und bildet das sogenannte Schoß. Wir nennen diese erste liegende Antiklinale innerhalb des Gewölbekerns **Schoßgewölbe** oder Gewölbe IIIa. Die außerordentlich starke klastische Deformation des darunterliegenden Kieselkalkes und Valanginienkalkes, wie wir sie westlich des Weges sehen, erklärt sich durch die darüberliegende Überschiebung. Diese ist ursprünglich ein Gewölbescheitelbruch, und die liegende Serie ist der überfahrene verkehrte Schenkel. Das ganze Gewölbe IIIa zusammen wurde an der vorhin erwähnten Hauptüberschiebung, welche bis in den Kalbersäntis reicht, vom darunterliegenden Mittelschenkel zwischen Mulde II und Gewölbe III abgeschert. Der Schrattenkalk, begleitet von einer reduzierten, bis zum Valanginienkalk reichenden Unterkreideserie des liegenden Mittelschenkels, tritt an der Südflanke des Hochschrins (nordwestlich Schafboden) zutage. Auch hier liegt darüber längs einer deutlichen Überschiebung das Gewölbe IIIa. Beachtenswert ist nun, daß wir östlich des Schoß keine Fortsetzung dieses ersten Kerngewölbes IIIa mehr finden. Schon bei Brünnen (Pr. 1, mittlere Kulisse) und noch deutlicher zwischen Lysengrat und Rotsteinpaß (Pr. 1, obere Kulisse) erkennt man, daß es von einer zweiten Einheit, der **Horstfalte** = Gewölbe IIIb, abgelöst wurde.

Bevor wir dieses neue Element verfolgen, müssen wir seine Entwicklung aus Gewölbe IIIa studieren, was nach einem kurzen Abstieg von Schafboden halbwegs bis Flis möglich ist. Blicken wir von hier nach Osten, so sehen wir die auch auf der Säntiskarte von Alb. Heim dargestellte Gewölbeumbiegung im Valanginienkalk. Diese besitzt einen Kern von Valanginienmergeln. Es ist dies jedoch nur eine sekundäre Aufwölbung des Südschenkels von Gewölbe IIIa, wir nennen sie deshalb IIIa′ (Pr. 1). Links, also nördlich daran, ist eine eingeklemmte sekundäre Mulde von Kieselkalk, während der Südschenkel von Gewölbe IIIa′ nach Süden einfällt und auf der

südlichen Talseite eine deutliche, liegende Mulde zeigt, mit Kieselkalk als Kern. Der hangende Valanginienkalk dieser Synklinale wird an einer Scherfläche über den Muldenkern gedrückt. Aus eben diesem verkehrten Muldenschenkel entwickelt sich nun nach Nordosten zu das wichtige Gewölbe III b. Profil 1 und seine beiden Kulissen bringen diese Verhältnisse zur Darstellung. Zunächst sehen wir beim Schafboden nur etwas Kieselkalk und die darüber liegende Valanginienkalkplatte. Die Schuttbedeckung ermöglicht erst etwa in der Gegend von Brünnen wieder die Feststellung eines durchgehenden Profils, und hier sehen wir nun bereits das Gewölbe III b bis zum Berriaskern; das Ganze ist hier aber noch sehr schmal und offenbar nach unten abgequetscht, erweitert sich aber nach oben zu dem prachtvoll aufgeschlossenen Gewölbe auf der Nordseite des Rotsteinpasses (Pr. 1, obere Kulisse, und Pr. 2). Dieses wurde von der Erosion schief angeschnitten und macht daher bei erster Betrachtung den Eindruck einer Mulde, während es ein liegendes Gewölbe ist. Sein Kern besteht aus Öhrlikalk und den darin steckenden allerobersten Öhrlimergeln. Richtige, braune, untere Öhrlimergel sind nicht vertreten, sondern offenbar in der Tiefe zurückgeblieben. Das Berriasien ist umhüllt von Valanginienmergeln in typischer Ausbildung mit sehr vielen Exogyren, darüber folgt normal der Valanginienkalk. Durch den schiefen Anschnitt und das Axialgefälle nach Osten zu sehen wir in dieser Richtung, wie nacheinander Valaginienmergel und Valanginienkalk sich gewölbeartig zusammenschließen. Das Ganze streicht nach Nordosten zu abwärts in den Horst hinein. Am besten studiert man dieses Gewölbe, wenn man vom Rotsteinpaß dem Lysengratweg nach Norden folgt. Dieser Weg führt nachher auch durch den ganzen verkehrten Nordschenkel bis in den Schrattenkalk des Lysengrates, wobei wir einige anormale Kontakte in den Schichtgrenzen, besonders von Kieselkalk und Drusbergschichten, beobachten, welche als lokale Abscherungen beim Aufschieben von Gewölbe III auf Mulde II zu betrachten sind.

Ein eindrucksvolles Bild dieser Zone erhält man auch, wenn man vom Meglisalp-Säntisweg, etwa bei der Wagenlücke oder etwas unterhalb derselben, nach Süden schaut (Abb. 7). Von dieser Stelle gewinnt man auch einen Einblick in den zerrissenen Mittelschenkel zwischen Mulde II und Gewölbe III am Nordfuße des Lysengrates, wie er früher (Seite 77/78 und Fig. 2) beschrieben wurde.

Auf die Falte IIIb ist nun am Rotsteinpaß im Süden an einer scharfen Scherfläche eine Öhrlikalkplatte aufgeschoben, welche wir als nächste Schuppe mit dem Index Gewölbe IIIc belegen und als **Bötzelfalte** bezeichnen, weil sie weiter im Osten, im Bötzel, ihre Hauptentwicklung zeigt. Ein ihr angehörendes Öhrlikalkband tritt schon oberhalb Schafboden (Pr. 1) zum Teil aus dem Schutt heraus (es wurde von Alb. Heim irrtümlich als Valanginienkalk mit Pygurusschichten kartiert); es muß dort direkt über den Valanginienkalk der kleinen Mulde überschoben sein, aus welcher sich Gewölbe IIIb entwickelt. Südwestlich unterhalb des Rotsteinpasses sehen wir die Überschiebung besonders deutlich: sie überfährt zuerst den südlichen Valanginienmergel und dann den Valanginienkalk von Gewölbe IIIb (Pr. 1 obere und mittlere Kulisse). Der südliche der beiden Wege führt über diese Stelle. Auch weiter oben, etwas nördlich dieses Weges, ist die Überschiebung nochmals deutlich aufgeschlossen, während der größte Teil des Rotsteinpasses von Schutt bedeckt ist. Jenseits der Schutthalden, nach Süden zu, schließt in der Flieswand, über welche der Weg zum Altmann führt, die normale Serie von Valanginienkalk bis Schrattenkalk an, welche die Mulde IIIa am Rotstein bildet (Pr. 2).

Blicken wir von der Paßhöhe nach Osten, so überschauen wir die Fortsetzung unserer Antiklinalkernzone und konstatieren namentlich, wie zwischen dem Rotsteinpaß und Oberkellen, etwa im Gebiet der Schafmad, diese Zone sich vorübergehend stark verengt. Beim Abstieg führt der Weg sehr bald über Valanginienkalk, der dem Südschenkel von Gewölbe IIIb angehört, welches in den Horst verläuft. Er fällt hier etwa 30° nach Süden ein und bildet eine kleine Aufwölbung Gewölbe IIIb'. Der Nordschenkel des Horst steht zum Teil senkrecht und bildet den längs einer Bruchfläche nach oben gepreßten Gipfel des Horst (Pr. 4). Der steile Nordhang senkt sich gegen die Karren im Meglisalptal (Pr. 2–4). An dieser engen Stelle bleibt anscheinend kein Platz mehr für den Öhrlikalk IIIc, der sich zwischen Gewölbe IIIb und der südlich anschließenden Rotsteinmulde einschalten müßte; deshalb wurde er auf den Profilen als nach oben abgequetscht dargestellt, aber angenommen, daß er noch höher oben, in der heute abgetragenen Fortsetzung wieder vorhanden war (siehe Luftlinien). Nach Osten zu würde er mit der Verbreiterung der Kernzone wieder normal

einsetzen, doch kann dies infolge der Schuttbedeckung nicht direkt festgestellt werden.

Wir erreichen nun das von Moränen, Gehängeschutt und Bergsturzmaterial aufgefüllte Tal von Oberkellen und sehen zurückblickend die Gewölbeumbiegung IIIb im Valanginienkalk des Horstes. Das Gewölbe taucht nach Osten ab, wir sehen dessen Scheitel von Valanginienkalk im Rundhöckerrücken nördlich Oberkellen, worauf es in die Tiefe unter die Bötzelzone verschwindet. Der große Bergsturz von Kellen hat sich über die Lokalität Spitzigstein hinaus in den Boden der Meglisalp ergossen und verdeckt uns die Verbindung zwischen Horst und Bötzel.

Mit dem Abtauchen von Gewölbe IIIb tritt dafür IIIc wieder in Erscheinung: dessen Öhrlikalk bildet die knieförmige Umbiegung östlich Spitzigstein am Bötzel (Pr. 6). Dieses Element ist hier zum letztenmal, aber sehr ausgeprägt aufgeschlossen (siehe Abb. 6), nachher taucht es nach Osten ab. Der Öhrlikalk von Gewölbe IIIc wird umhüllt von Valanginienmergeln, an welche sich an der Nordseite des Bötzels eine überaus mächtige Valanginienkalkpartie anschließt. Diese Mächtigkeit erklärt sich durch sekundäre Faltung: wir erkennen eine von oben einstechende, steile Mulde, deren Kern eben noch einen kleinen Rest von Pygurusschichten enthält. Etwas tiefer am Steilhang ist im Valanginienkalk nochmals ein sehr schmales Gewölbe sichtbar, dann folgen nach unten Pygurusschicht und ein schmales Band Kieselkalk, das Ganze auf Schrattenkalk aufgeschoben (Pr. 6).

Südwestlich des Gewölbekerns IIIc, ebenfalls aus Abb. 6 und Profil 6 ersichtlich, ragt der Bötzelkopf aus den Geröllhalden heraus. Es ist eine Öhrlikalkplatte, die deutlich über dem Bötzelgewölbe IIIc liegt und die wir **Bötzelkopfschuppe** = IIId nennen. Vom Bötzelkopf ostwärts streicht sie unter das Quartär des außerordentlich schönen Karkessels der Alp Bötzel, scheint sich aber fortzusetzen in den Öhrlikalkkern der Marwies nördlich des Widderalppasses.

Das ganze Gebiet des Bötzelkopfes und des östlich anschließenden Trüest ist durch eine Reihe von Querbrüchen in einzelne Schollen zerlegt worden, wodurch die Verhältnisse sehr kompliziert werden. Wir befinden uns in der südlichen Fortsetzung des Hängeten-Leiterfeld-Bruches, der hier nicht mehr einheitlich durchzieht, sondern sich in ein Bruchbündel aufgelöst hat. Es wurde früher (Seite 59) erwähnt, daß der Hängeten-Leiterfeld-Bruch sich

schon im Verlaufe der Faltung habe bilden müssen; dadurch würde sich auch erklären, daß der Bötzelabschnitt, wie Profil 6 zeigt, einen Bau aufweist, der sich von den östlich und westlich anstoßenden Zonen unterscheidet.

Die Mulde, die wir vorhin im Valanginienkalk des Bötzel-Nordhanges beschrieben haben, ist etwas östlich, zwischen zwei Querbrüchen noch stärker ausgeprägt und enthält Kieselkalk als Kern. Die Gesteine in dieser Bruchzone zeigen an vielen Stellen durch häufige Calcitadern und lokale Verstellungen (zum Beispiel am Wege von Bötzelalp nach Kreuzbühl-Meglisalp), daß sie in einer tektonisch stark beanspruchten Zone liegen. Nördlich der Bötzelalp, gegen Trüest, nimmt der Kieselkalk wieder normale Mächtigkeit an; der nördliche Gewölbeschenkel ist weniger reduziert als im Westen, und die Überschiebung an seiner Basis verschwindet. Mehr und mehr gleicht sich der Bau dieser Zone dem der Marwies an, von welcher sie aber noch durch den großen Querbruch getrennt ist, welcher nördlich der Alp Bötzel von Südosten nach Nordwesten verläuft und das Marwiesgebiet nach Südwesten begrenzt. Erst östlich desselben finden wir in der Marwies den kaum mehr reduzierten Nordschenkel von Gewölbe III, dessen Eigenart im nächsten Kapitel beschrieben wird.

Bevor wir zur Untersuchung der Marwies übergehen, welche innerhalb des Gewölbes III eine Sonderstellung einnimmt, betrachten wir zusammenfassend noch einmal den Bau des Gewölbes III in seinem westlichen Teil zwischen Lysengrat und Bötzel. Durch die genaue Ausscheidung der untern Kreidehorizonte läßt sich feststellen, daß im Kern dieses Gewölbes eine disharmonische Faltung stattgefunden haben muß, welche zur Entstehung mehrerer, einander ablösender sekundärer Teilgewölbe und Schuppen geführt hat.

In großen Zügen betrachtet sehen wir, daß das Gewölbe III ebenfalls durch eine große Überschiebung an das Gewölbe II anschließt, und zwar haben wir es mit einer wechselnden Schar von größern und kleinern Scherflächen zu tun, welche sich sehr wahrscheinlich in der Tiefe zu einer einzigen Hauptüberschiebung vereinigen. Wir erhalten dadurch in diesem Gebiet die größte Längsstörungszone, an welcher der ganze südliche Gebirgsteil auf den nördlichen aufgeschoben wurde.

Südlich an die Gewölbekernzone folgt der Südschenkel des Gewölbes, welcher durch seine normale Schichtfolge in auffallen-

dem Gegensatze steht zu all den sekundären Komplikationen im Berrias-Valanginienkern des Gewölbes. Der Südschenkel beginnt mit Valanginienkalk (wir treten auf seinen Bau auf Seite 92 noch näher ein). Es folgt eine kleine Mulde M. IIIa = Rotsteinmulde, welche ganz regelmäßig vom Rotstein zur Freiheit und weiter nach Osten streicht. Dann folgt ein ebenfalls durchgehendes Nebengewölbe G. IIIe = Altmanngewölbe, dessen Kern nördlich des Altmannsattels und im Fählenschafberg deutlich hervortritt. Dann erst folgt der eigentliche Gewölbesüdschenkel, welcher zur Hauptmulde M. IIIb = Wildseeli-Fählen-Mulde und zu den südlichen Gewölben überleitet.

Aus diesen Beobachtungen, namentlich aus den Verhältnissen in der Kernzone, können wir schließen, daß das Gewölbe III in seiner Gesamtheit zweifellos die mächtigste Antiklinale des ganzen Gebirges gewesen ist. Ergänzen wir sie heute in der Luft, so ergibt sich, daß ihre Stirn als liegende Falte nordwärts weit über die Mulde II auf das Säntisgewölbe gereicht haben muß. (Vergleiche auch die theoretisch ergänzten Profile auf den Tafeln VII und VIII).

Die Marwies

Die Marwies bildet einen ziemlich isolierten Gebirgsstock zwischen den Schrennen (Seewerkalk der M. II) und der Widderalp (Öhrlikalk G. IIId). Im Westen ist die Marwies durch einen Querbruch von der Bötzelzone getrennt, während im Osten der Sax-Schwendi-Bruch die Grenze bildet. Sie stellt im großen und ganzen den normale Schichtmächtigkeiten aufweisenden, verkehrten Schenkel des Gewölbes III dar und hat durch ihre komplizierten Verhältnisse in den sogenannten Gloggern seit jeher die Aufmerksamkeit der Tektoniker auf sich gelenkt.

Die geologische Detailaufnahme ergibt nun zunächst folgendes: Der Gewölbekern nördlich des Widderalppasses wird aus Öhrlikalk gebildet, der wahrscheinlich der Schuppe IIId entspricht, aber hier sich aus zwei Teilschuppen zusammensetzt; diese bilden die Kalkmasse nördlich des Passes (Pr. 7 und Abb. 5). Wenig südlich des Paßüberganges ragen aber noch zwei isolierte, kleine Kalkzähne auf, ganz in Mergeln steckend. Dem Gesteine nach bestehen sie aus Öhrlikalk und müssen als zwei wurzellose Splitter aufgefaßt werden, welche von ihrem Ursprunge in der Tiefe abgequetscht

und als kleine Schuppen nach oben mitgerissen worden sind. Weder östlich noch westlich ist eine Fortsetzung oder ein Äquivalent vorhanden, so daß man sie als eine lokale Erscheinung betrachten muß. Südlich davon, am Fuße des Hundsteins, schließen sich Valanginienmergel mit Exogyren an. Die Mergel des Passes haben einen etwas abweichenden Habitus, doch darf man sie nicht als Öhrlimergel betrachten. Ich halte dafür, daß es tektonisch stark geschieferte Valanginienmergel sind, auf welche erst nördlich der Öhrlikalk als Gewölbekern folgt. Dessen Mächtigkeit und Oberflächenform lassen, wie schon oben erwähnt, zwei Schuppen vermuten, obwohl eine scharfe, trennende Störung nicht erfaßt werden kann. Eine horizontale Scherfläche kleineren Ausmaßes durchsetzt den obern Teil der Öhrlikalkplatten und hat ein Köpfchen davon etwa 60 m nach Norden auf die Valanginienmergel hinaufgeschoben (Pr. 7 und Abb. 5). Nördlich des Öhrlikalkes folgt eine ziemlich mächtige Serie von Valanginienmergeln, denen sich gegen Norden zu ein ungestörtes Profil bis hinab in den Seewerkalk der Schrennen anschließt (Pr. 7 + 8 und Abb. 5).

Blicken wir vom Widderalppaß nach Osten, so sehen wir die Valanginienmergel der Paßzone dem Fuße der Widderalpköpfe entlang streichen. Sie bilden die südliche Talseite der Widderalp und sind unterhalb der Hütten im Bachbett aufgeschlossen, wo sie normal dem Öhrlikalk aufliegen. Der Öhrlikalkkern streicht ebenfalls nach Osten, seine südliche Partie bildet die linke Talseite und läßt sich bis an den Südfuß der Dreifaltigkeitszähne verfolgen. Die nördliche Partie ist nordostwärts nur etwa bis zur Mitte der Südflanke der Marwies aufgeschlossen und klingt nachher jedenfalls aus, denn östlich davon setzt die sekundäre Mulde der Dreifaltigkeit ein. Nördlich über dem Öhrlikalk bilden Valanginienmergel und Valanginienkalk den Südhang der Marwies, deren höchste Erhebung aus Kieselkalk besteht, während der ganze östliche Grat zumeist aus Valanginienkalk oder Pygurusschichten gebildet wird. Die steile Lage dieses verkehrten Nordschenkels von Gewölbe III zeigt sich am deutlichsten beim Betrachten von der Meglisalp aus (Pr. 8 und Abb. 5).

Die bizarren Dreifaltigkeitszähne im südöstlichen Teile des Berges bestehen aus nahezu senkrecht stehendem Valanginienkalk, ihr Südfuß aus Valanginienmergeln. In der kleinen Einsattelung zwischen den Zähnen und der Marwies tritt Kieselkalk von unten

fensterartig zutage, nördlich davon folgt flachliegender, dachfirstartig gelagerter Valanginienkalk (Pr. 9a), dem stellenweise noch etwas Mergel aufliegt.

Von Osten, etwa von der Bogartenalp aus gesehen, ist das Profil zunächst ganz normal: im Süden fast senkrechte Schichten von Valanginienmergeln und nordwärts die ganze Folge bis zu den Drusbergschichten, an welche sich der Schrattenkalk anschließt. Dieser weist nun aber eine mehr als doppelte Mächtigkeit auf. Beim Betrachten der Marwies-Ostwand erkennt man, wie der zuoberst verkehrt liegende, massige, untere Schrattenkalk eine keilförmige Einspitzung in den darunterliegenden, gutgebankten obern Schrattenkalk bildet. Das Ganze erklärt sich als eine unter dem Einfluß des direkt östlich verlaufenden Sax-Schwendi-Bruches zustande gekommene gewaltige Zusammenstauung des Schrattenkalkes.

Die Gliederung der Nordwand schließlich zeigt in ihrem obern Teil den Abschluß des verkehrten Profiles: Der Valanginienkalk bildet zumeist den Grat, nach Norden folgen Kieselkalk und Drusbergschichten, und der Schrattenkalk bildet die steilen Wände. Dann folgt ein schmaler Streifen Gault und Seewerkalk, welcher westwärts in die Meglisalpmulde ausläuft (Pr. 8 und 9). Im Osten wird der Seewerkalk noch von etwas Schrattenkalk begleitet und schließlich von diesem umwickelt, so daß am Fuße der Ostwand jener interessante Aufschluß entsteht, wo Gault und Seewerkalk als enggepreßte, verkehrte Mulde aus der Tiefe auftauchen und mantelartig vom Schrattenkalk umhüllt werden. Auf Profil 10 ist diese Stelle mit × bezeichnet. Die im Profil südlich davon gezeichnete, weniger hoch aufsteigende Seewerkalkmulde ist oberflächlich nicht feststellbar, ihr mutmaßliches Vorhandensein darf aber aus der Faltung des umgebenden Schrattenkalkes gefolgert werden.

Den mittleren Teil der Nordwand bildet nun die der eigentlichen Marwies vorgelagerte Partie der Gloggern, von der man beim ersten Blick annehmen möchte, daß sie gar nicht zur Marwies gehört. Wie die Profile 8 bis 10 zeigen, besteht die Gloggern aus einer verkehrt liegenden, im mittleren und östlichen Teil leicht muldenförmig gebogenen Serie von Seewerkalk (unten) bis Kieselkalk (oben), welcher an zwei Stellen – in der Mitte und am Ostende – auch noch von Valanginienkalk überlagert wird. Die ältern Horizonte nehmen von Westen nach Osten an Mächtigkeit zu.

Alle diese ältern Schichten der Gloggern werden nach Süden scharf abgeschnitten und stoßen längs eines anormalen Kontaktes direkt an den Seewerkalk der Marwiesserie an. Nur im Osten schiebt sich zwischen Gloggern und oberer Seewerpartie ein verklemmter, vom Nordrand der Marwies absteigender Schrattenkalk dazwischen. Dadurch erscheint der Seewerkalk, wie schon oben erwähnt wurde, als verkehrte Mulde und wird nach oben vom Schrattenkalk umhüllt (Pr. 9a und 10). Dieser Schrattenkalk wird aber gegen Norden zu von dem eben erwähnten anormalen Kontakt begrenzt, dessen Fläche im Westen 80°, im Osten sogar 60° nach Süden einfällt.

Vergleichen wir nun diese auf den Profilen 7–10 wiedergegebenen Verhältnisse mit der Darstellung Alb. Heims (Lit. 21, Pr. 17–20), so ergeben sich zwei wichtige Unterschiede, welche für die Erklärung des Problems von Bedeutung sind:

1. Während Alb. Heim annimmt, die Meglisalpmulde M. II, die er auf seinem Profil 17 noch südwärts unter die Marwies einstechen läßt, kehre im Ostteil der Gloggern ihre Hauptmuldenspitze nach oben, wird demgegenüber die Ansicht vertreten, die Mulde II behalte auch gegen Osten zu das südliche Einstechen bei, aber ihr hangender, verkehrter Teil werde sekundär durch die Gloggernmasse zusammengestaut und hoch nach oben eingeklemmt.

2. Während Alb. Heim die Gloggernserie nach Süden sich ausdünnen läßt und – gleichsam als reduzierten Mittelschenkel – nach oben mit der Marwiesserie in direkte Beziehung setzt, wird hier auf die scharfe Trennung von Marwies und Gloggern durch eine anormale Kontaktfläche hingewiesen.

Nach der Auffassung Alb. Heims wäre die Erklärung der Verhältnisse in der Annahme zu suchen, die Gloggern seien eine eingewickelte Tauchstirne mit reduziertem Mittelschenkel, eine Deutung, die aber wegen des scharfen anormalen Kontaktes zwischen Gloggern und Marwies nicht zu befriedigen vermag.

Es ist bezeichnend, daß das Marwies-Gloggern-Phänomen auch Erklärungsversuche anderer Geologen veranlaßt hat, alle im Bestreben, den mechanischen und dynamischen Vorgängen möglichst gerecht zu werden. Es sei hingewiesen auf die Ausführungen von H. Schardt (Lit. 44) und H. Kuenen (Lit. 33), die aber im wesentlichen von Alb. Heims Auffassung ausgehen.

Demgegenüber hat mich Herr Prof. Buxtorf schon früh darauf aufmerksam gemacht, daß bei der Deutung des geologischen Baues dem anormalen Kontakt am Südrand der Gloggern grundlegende Bedeutung beizumessen sei. In vielen Diskussionen, an welchen sich nach einer gemeinsamen Exkursion auch die Herren Dr. Vonderschmitt und Prof. Reichel beteiligten, wurde das Problem erörtert und nach einer befriedigenden Lösung gesucht, welche noch besser in das heute etwas veränderte Bild der Säntistektonik paßt. Dabei haben sich hauptsächlich zwei Deutungen ergeben, die – wie uns scheint – den Verhältnissen gerecht werden:

Die **erste Deutung** (auf die namentlich Prof. Buxtorf hinwies) geht dahin, es entspreche die anormale Kontaktfläche am Südrand der Gloggern einer sekundär überkippten Überschiebungsfläche. Wir hätten uns folgenden Vorgang vorzustellen: Bei der Auffaltung des mächtigen, weit nach Norden überliegenden Gewölbes G. III wurde der hangende Schenkel über den verkehrten Schenkel vorgeschoben, mit andern Worten: es kam innerhalb des Gewölbes zu einer Überschiebung, wobei die mächtigen Valanginienmergel als Gleithorizont dienten. Diese Überschiebung wurde in einer spätern Phase der Faltung mitgefaltet, das heißt, die überschobene Gewölbestirne wurde in die Tiefe gedrückt und bildet heute die Gloggern. Die nachträgliche Überkippung der Überschiebungsstirne aber wäre bedingt durch die letzte Zusammenpressung des ganzen Säntisfaltenbündels, und sie war hier möglich, weil durch das Untertauchen des Säntisgewölbes G. IIb nach Osten zu und durch die Last der darüberruhenden oder vielleicht noch darüber hinwegbewegten Massen – es ist hier in erster Linie an die mächtigen, ultrahelvetischen Flyschmassen der Fähnern und eventuell auch an noch höhere Schubdecken zu denken – die Marwiesstirne in die Tiefe gedrückt werden konnte. Die theoretisch ergänzten Profile auf der Tafel VIII sollen diesen Vorgang veranschaulichen.

Eine **zweite Deutung** (deren Möglichkeit zuerst Herr Prof. Reichel äußerte) nimmt an, daß der anormale Kontakt an der Gloggern-Südseite einem großen Längsbruche entspreche, der – ursprünglich etwa ähnlich gerichtet wie der Wagenlücken-Bruch (Pr. 2) – die Stirnpartie des ganzen Gewölbes III schief durchsetzt hätte. Die Entstehung des Bruches wäre ebenfalls auf den Einfluß der über den Säntisfalten nordwärts gleitenden höhern Über-

schiebungsdecken zurückzuführen. Bei der letzten Zusammenstauung der Falten wäre der Bruch im Marwiesgebiet – wo, wie schon erwähnt, durch das Abtauchen des Gewölbes IIb ein Hindernis im Norden fehlte – steil gestellt und sogar etwas überkippt worden. Mit dieser Drehbewegung der Gewölbestirn mußten Hand in Hand Gleitbewegungen und Überschiebungen im Gewölbekern erfolgen, die aber, im Gegensatz zur ersten Deutung, keinen Einfluß auf die Stirne haben. Wie man sich den Vorgang denken kann, sollen wiederum die theoretisch ergänzten Profile auf Tafel VII andeuten.

Welche der beiden Deutungen der Wirklichkeit entspricht, muß offengelassen werden. Zugunsten der ersten kann geltend gemacht werden, daß innerhalb des Gewölbes III Überschiebungen, bei denen die Valanginienmergel als Gleithorizont eine wichtige Rolle spielen, zweifellos vorhanden sind. Daß aber auch Längsbrüchen, besonders in den höhern Partien der Gewölbe, entscheidende Bedeutung zuzumessen ist, ist mehrfach dargelegt worden, es sei nur an den Wagenlückenbruch erinnert.

Zusammenfassend können wir die Ursachen des komplizierten Baues der Marwies auf eine nachträglich erfolgte Überkippung entweder einer Überschiebung oder eines zuerst flacher angelegten Längsbruches zurückführen. Der durch das Abtauchen des Gewölbes IIb geschaffene Raum begünstigte das Vorschieben der Stirne des Marwiesgewölbes (G. III) und die letzte Zusammenpressung des ganzen Faltenbüschels führte zur Verstellung und sogar zur leichten Überkippung der Schubfläche oder des Bruches. Auch der im nördlich davon liegenden Gewölbe Ia als Ausweichbewegung gegen Süden erzeugte Längsbruch zwischen Fehlalp und Kobel ist als eine Folge dieses letzten Zusammenstaues zu deuten.

Die Rotsteinmulde M IIIa und das Altmanngewölbe G IIIe

Das Profil des südlichen Gewölbeteiles von Gewölbe III, zwischen Rotsteinpaß und Altmann, durchqueren wir beim Aufstieg vom Paß über den sogenannten Flieswandweg. Zunächst verfolgen wir ein normales Profil vom Valanginienkalk bis zum Schrattenkalk des Rotsteins, welcher hier auf kurze Strecke den schmalen Muldenkern bildet (Pr. 2). Der Mulden-Südschenkel fehlt, das Altmanngewölbe ist längs einer steilen Überschiebung an die Mulde empor-

gestaut, wenige Zentimeter Mergel der Drusbergschichten sind als Gleitmittel eingeklemmt. Auch der Kieselkalk ist wenig südlich der Schubfläche nur stark verquetscht vorhanden, dann folgt sofort Valanginienkalk als Gewölbekern (G. III e). Östlich und westlich kommen tiefer unten auch noch die Valanginienmergel des innern Kerns zum Vorschein. Mit ca. 80° Südfallen folgt nun ein normales Profil des Südschenkels: Der Altmannsattel liegt in den weichen Drusbergschichten, nördlich davon verlaufen die Altmannschichten, die ihren von Arn. Escher von der Linth eingeführten Namen nach dieser Stelle tragen. Südlich folgt der kühne Gipfelbau des Altmanns im Schrattenkalk, dessen Orbitolinaschicht westlich und östlich deutliche, schmale Kamine bildet. Am Südfuße des Altmannes, am Ausgange des sogenannten Schaffhauserkamins, einer Süd–Nord verlaufenden, erweiterten Kluft, ist eine ausgeprägte Einsattelung im Gault, an welchen sich der Seewerkalk der Räßegg anschließt, der die Mulde III b bildet.

Wenig westlich des Rotsteins verliert sich die sekundäre Mulde III a, das heißt, sie streicht zwischen Rotsteinpaß und Schafboden in die Luft aus. Die Valanginienmergel des Gewölbes III e vereinigen sich mit denen des Rotsteinpasses (vergl. Pr. 1, mittlere Kulisse) und weiter westwärts wird die Nordwand von Nädliger und Wildhauser Schafberg ausschließlich von der Serie des Altmannes gebildet.

Nach Osten zu aber streichen Rotsteinmulde und Altmanngewölbe parallel weiter bis zum Sax-Schwendi-Bruch, und zwar bildet die tektonische Streichrichtung einen kleinen, spitzen Winkel zur orographischen Richtung des markanten Grates der Fählenkette. Dadurch können wir im westlichen Teil die Gewölbescheitellinie III e auf der Nordseite beobachten, sehen sie dann beim Fählenschafberg in den Grat verschwinden, worauf sie im östlichen Teil auf der Südseite nochmals in Erscheinung tritt: es ist dies das schmale, steile Valanginiengewölbe, das vom Hundstein aus besonders gut überblickt werden kann (Abb. 8). Sein Nordschenkel ist stark reduziert.

Die Muldenzone M. III a des Rotsteins zieht in der Mitte des Nordabhanges des Fählenschafberges durch. Gleich östlich des Rotsteinpasses streicht der Schrattenkalk der Mulde in die Luft aus, und wir finden nur noch Drusbergschichten als Kern. Später auf kurze Distanz nur Kieselkalk, dann setzen die Drusbergschichten

und später, bei den Freiheittürmen, auch der Schrattenkalk wieder ein; er baut weiter östlich die gewaltigen Gipfel der Freiheit und des Hundsteines auf, welche beide noch ein kleines Käppchen von Gault als Muldenkern tragen. Östlich des Hundsteines beginnt gegen Osten ein starkes axiales Absinken: Muldenkern und Gewölbescheitel werden vom Schrattenkalk gebildet, und kurz vor dem Sax-Schwendi-Bruch ist die Mulde noch mit Gault und Seewerkalk ausgefüllt.

Der ganze Nordfuß der Kette vom Rotsteinpaß bis zur untern Widderalp besteht aus einer normalen Serie von Valanginienkalk bis Drusbergschichten oder Schrattenkalk und bildet den eigentlichen Gewölbeschenkel der Antiklinale III. Im östlichen Teil, im Gebiete der Widderalp, ist seine Mächtigkeit etwas geringer, besonders der Kieselkalk ist reduziert, doch ist keine tektonische Störung nachweisbar oder anzunehmen.

Besondere Erwähnung verdient die Tatsache, daß am Aufbau des Altmanngewölbes als Ältestes nur die Valanginienmergel beteiligt sind, sie haben der ganzen Falte als Gleithorizont gedient und der Öhrlikalk wird hier nicht in die Faltung einbezogen.

Die südlichen Ketten

Über die Verhältnisse in den südlichen Gewölben und Mulden habe ich wenig zu sagen. In dem kleinen Gebietsausschnitt, den ich in meine Aufnahme einbezog, decken sich die Beobachtungen mit denen Alb. Heims. Wir finden hier steilere Mulden und Antiklinalen und weniger longitudinale Störungen, also einen regelmäßigeren Faltenbau. Nach Südosten schließt sich die große Wildhauser Flyschmulde an, über deren genauen Bau wir einstweilen nur sehr spärlich orientiert sind. Ganz allgemein zeigen die südlichen Gewölbe des Säntisgebirges, gegen die helvetische Senkungszone zwischen Säntis und Churfirsten zu, einen einfachern Bau; es dürfte dies auf geringere Widerstände des Untergrundes und auch auf die größere Distanz vom starren Molasse-Vorland zurückzuführen sein.

Die von mir entworfenen Profile unterscheiden sich in den südlichen Ketten von denen Alb. Heims hauptsächlich nur in einer etwas andern Interpretation der Verhältnisse nach der Tiefe zu. So wird hier angenommen, daß die beiden Seewerkalkmulden III b

und IV noch tief einstechen. Im Gebiete der Fählenalp vereinigen sie sich infolge Untertauchens des kleinen Gewölbes IV.

Das nahezu regelmäßige Roslenfirstgewölbe G. V zeigt ebenfalls ein axiales Absinken nach Osten. Während der westliche Teil noch ganz mit Seewerkalk bedeckt ist, ist auf der Bergkuppe des Roslenfirstes nur ein Relikt von Gault übriggeblieben. Auf der Nordseite ist die Antiklinale von der Erosion angegriffen worden: in der sonst gut sichtbaren Gewölbeumbiegung im Schrattenkalk des Roslenfirstes treten fensterartig Drusbergschichten zutage (Pr. 8).

Die enggepreßte Seewermulde der Roslenalp (M. V) zeigt sich besonders deutlich von der Saxerlücke aus, wo der Sax-Schwendi-Bruch die östliche Fortsetzung nach Norden verschoben hat. Dadurch wurde die Mulde bloßgelegt, so daß die Erosion die weichen Seewerschichten angreifen konnte. Imposant schließen die fast senkrechten Schrattenkalktürme der Kreuzberge südlich an: es ist der stehengebliebene Nordschenkel des Gewölbes VI, das hier noch als steile Antiklinale aufgefaltet ist; östlich des Sax-Schwendi-Bruches mit dem Ausklingen der nördlichen Ketten wird Gewölbe VI immer mehr zur liegenden Falte, was am stärksten dann im Hohen Kasten zur Geltung kommt.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit über die Geologie des mittleren Säntisgebietes behandelt die Ergebnisse einer neuen geologischen Kartierung 1 : 10000, in welcher besonders die untern Kreideschichten detailliert aufgenommen wurden, um daraus Schlüsse über den tektonischen Bau ziehen zu können.

Stratigraphie:

Die Untersuchungen in stratigraphisch-paläontologischer Beziehung beschränkten sich auf einen Vergleich mit den gleichaltrigen Sedimenten der Umgebung und der Zentralschweiz. Die dabei ausgeschiedenen Schichten und ihre Mächtigkeiten im Norden und im Süden des Gebietes sind aus der beiliegenden Tafel VI ersichtlich.

Drei Kalkkomplexe: Öhrlikalk, Valanginienkalk und Schrattenkalk sind von genau derselben recifalen-subrecifalen Faziesausbildung, so daß sie außerhalb ihres Schichtverbandes oder nur im Handstück oft nicht voneinander unterschieden werden können. Es ergab sich, daß sich auch mikropaläontologisch keine einwandfreie Trennungsmethode für die drei Kalke aufstellen läßt.

Im Norden des Gebietes finden wir die kalkreiche Fazies, die an die Verhältnisse der Mürtschendecke anschließt, während nach Süden die Mergel etwas zunehmen, wodurch ein Übergang zur Churfirsten-Alvier-Fazies angedeutet ist. Besonders gilt diese Zunahme für die Valanginienmergel, welche im Norden ganz fehlen und schon in den mittleren Ketten eine beträchtliche Mächtigkeit aufweisen.

Tektonik:

Das Säntisgebirge wird von einer Reihe von Gewölben und Mulden gebildet, die aber viel stärker nach Norden überliegen, als dies bisher im allgemeinen angenommen worden ist. Statt steilen oder kofferförmigen Gewölben mit mächtigem, unbekanntem Kern, haben wir stark nach Nordnordwesten überliegende, zum Teil an großen Scherflächen aufeinander geschobene Falten mit nor-

malem Kern von unterer Kreide, und zwar genügen die oberflächlich festgestellten untersten Kreideschichten auch zur Ausfüllung der Kerne in der Tiefe. Die Mulden stechen im allgemeinen tief nach Süden unter die darüberliegenden Gewölbe. Durch einen verstärkten Horizontalschub erlangen schwach nach Norden einfallende Längsbrüche besonders in den höhern Partien des Gebirges große Bedeutung.

In der nördlichen Kette bedingt der Leiterfeld-Hängeten-Querbruch einen bedeutenden tektonischen Unterschied zwischen der westlichen und östlichen Hälfte. Im westlichen Teil fehlt der Nordschenkel des Gewölbes Ia zum Teil ganz, zum Teil ist er nur als überkipptes Relikt im Öhrli vorhanden. Östlich dieses Querbruches finden wir jedoch beide Gewölbescheitel voll entwickelt, zum Beispiel im Steckenberg und den Altenalptürmen. Der Öhrlikalk des Nordschenkels bildet auch den Untergrund der Altenalp, wo auch noch ein eingeklemmter Gewölbekern von Öhrlimergeln nachgewiesen werden kann.

Eingehende Untersuchung erfuhr die komplizierte Zone im Kern des Gewölbes III im Gebiete von Rotsteinpaß und Bötzel. Hier wurden mehrere von Westen nach Osten sich ablösende Teilgewölbe und Schuppen nachgewiesen, welche nacheinander wieder verschwinden. Es ist das Resultat disharmonischer Bewegungen im Kerne dieser größten Antiklinale, welche entlang einer Scherzone auf die nördlich vor ihr liegende Mulde aufgeschoben wurde und vor dem Abtrage vermutlich weit nach Norden gereicht haben muß.

Die besondern Verhältnisse an der Marwies wurden erneut untersucht und festgestellt, daß die hauptsächliche Störung nördlich der obern Seewerkalk- und Schrattenkalkzone der Nordwand durchzieht und die Gloggern völlig von der Marwies trennt. Der bisherigen Theorie einer eingewickelten Tauchfalte konnten zwei neue Deutungen über den Ursprung dieses eigenartigen Baues gegenübergestellt werden. Nach der einen haben wir es mit einer nachträglich gefalteten Überschiebung zu tun, während die andere einen Längsbruch vom Typ des Wagenlücken-Bruches annimmt, der aber im Marwiesgebiet ebenfalls nachträgliche Steilstellung und Überkippung erfahren hätte. Den auffallend stark zusammengestauten Partien am Ostende der Marwies wurde besondere Beachtung geschenkt und diese auf die Einwirkung des unmittelbar östlich verlaufenden Sax-Schwendi-Bruches zurückgeführt.

LITERATUR-VERZEICHNIS

1. *Arbenz, P.*, Die Faltenbogen der Zentral- und Ostschweiz. Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich. 58. Jahrg., 1913.
2. *Arbenz, P.* Probleme der Sedimentation und ihre Beziehung zur Gebirgsbildung in den Alpen. Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich. 64. Jahrg. 1919.
3. *Arbenz, P.* Die helvetische Region, in: Geolog. Führer der Schweiz, Fasc. II, 1934.
4. *Bächler, E.* Beiträge zur Kenntnis der Höhlen im Säntisgebirge. Jahrb. St. Gall. Natw. Ges. 1904.
5. *Bächler, E.* Naturgeschichtliches aus dem Säntisgebirge, in: Lüthy und Egloff, Das Säntisgebiet.
6. *Baumberger, E.* Beschreibung zweier Valanginienammoniten nebst Bemerkungen über die Fauna des Gemsmättlihorizontes von Sulzi im Justistal. Ecl. geol. Helv. Vol. 18, Nr. 2, 1923.
7. *Baumberger, E., Heim, Arn., Buxtorf, A.*, Paläontologisch-stratigraphische Untersuchung zweier Fossilhorizonte an der Valanginien-Hauterivien-Grenze. Abh. Schweiz. Paläont. Ges. Vol. 34, 1907.

Baumberger, E. Siehe unter Nr. 30.

Bigler, H. Siehe unter Nr. 35.

8. *Blumer, E.* Östlicher Teil des Säntisgebietes. Beitr. Geol. Karte der Schweiz, Neue Folge, Bd. 16, 1905.

Brockmann-Jerosch, M. Siehe unter *Jerosch, M.*, Nr. 32.

9. *Brückner, W.*, und *Pia, J. v.* Characeenreste im untern Teil der Zementsteinschichten der Griesstockdecke am Klausenpaß. Ecl. geol. Helv. Vol. 28, Nr. 1, 1935.
10. *Buxtorf, A.* Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Bürgenstock. Herausgegeben v. d. Geol. Kommission der Schweiz. Natf. Ges., Heft 9, 1910.
11. *Buxtorf, A.* Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte der Rigihochfluhkette. Herausgegeb. v. d. Geolog. Kommission der Schw. Natf. Ges., Heft 14, 1913.

Buxtorf, A. Siehe auch unter Nr. 7.

12. *Cadisch, J.*, Geologie der Schweizeralpen, 1934.
13. *Escher von der Linth, A.* Geologische Beschreibung der Sentisgruppe. Redigiert von C. Mösch. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, Bd. 13, 1878.
14. *Eugster, H.* Geologische Profile, in: Poststraßen im Appenzellerland. Herausgegeb. v. d. Schweiz. Postverwaltung, 1934.
15. *Eugster, H.* Exkursion in den Säntis (Alpstein). Geol. Führer d. Schweiz, Fasc. XII, 1934.

16. *Fichter, H. J.* Die Gesetzmäßigkeiten der zyklischen Gliederung der helvetischen Unterkreide und ihre Anwendung auf die Stratigraphie des helvetischen Albien. Ecl. geol. Helv., Vol. 26, Nr. 2, 1933.
17. *Fichter, H. J.* Geologie der Bauen-Brisen-Kette am Vierwaldstättersee und die zyklische Gliederung der Kreide und des Malm der helvetischen Decken. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge, Bd. 69, 1934.
18. *Gerber, M.* Beiträge zur Stratigraphie der Jura-Kreide-Grenze in der Zentralschweiz. Ecl. geol. Helv. Vol. 23, Nr. 2, 1930.
19. *Goldschmid, K.* Geologie der Morgenberghorn-Schwalmerngruppe bei Interlaken. Mitg. Natf. Ges. Bern, 1927.
20. *Günzler-Seifert, H.* Gefaltete Brüche im Jura des Kientals. Verh. Schweiz. Natf. Ges., 1932.
21. *Heim, Alb.* Das Säntisgebirge. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge, Bd. 16, 1905.
22. *Heim, Alb.* Geologie der Schweiz. Bd. II (Die Schweizeralpen), 1921.
23. *Heim, Arn.* Der westliche Teil des Säntisgebirges. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge, Bd. 16, 1905.
24. *Heim, Arn.* Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. Verh. Natf. Ges. Zürich, Jahrg. 51, 1906.
25. *Heim, Arn.* Beziehungen zwischen Faltung und Denudation im Säntisgebirge. Ecl. geol. Helv., Vol. 9, Nr. 1, 1906.
26. *Heim, Arn.* Gliederung und Fazies der Berrias-Valangien-Sedimente in den helvetischen Alpen. Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich, Jahrg. 52, 1907.
27. *Heim, Arn.* Monographie der Churfirsten-Mattstock-Gruppe. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge, Bd. 20. 1. Teil 1910, 2. Teil 1913, 3. Teil 1916.
28. *Heim, Arn.* Über Abwicklung und Fazieszusammenhang in den Decken der nördlichen Schweizeralpen. Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich, Jahrg. 62, 1917.
29. *Heim, Arn.* Das Valangien von St-Maurice und Umgebung, verglichen mit demjenigen der Ostschweiz. Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich, Jahrg. 62, 1917.
30. *Heim, Arn.* und *Baumberger, E.* Jura und Unterkreide in den helvetischen Alpen beiderseits des Rheins (Vorarlberg und Ostschweiz). Denkschr. Schweiz. Natf. Ges. Bd. 68, 1933.

Heim, Arn. Siehe auch unter Nr. 7 und 22.

31. *Helbling, R.* Zur Tektonik des St. Galler Oberlandes und der Glarneralpen. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge, Bd. 76, 1938.
32. *Jerosch, M.* Die Querstörungen im mittleren Teil des Säntisgebirges. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge, Bd. 16, 1905.
33. *Künen, Ph. H.* The origin of the Marwies fold in the Säntis mountains. Ecl. geol. Helv. Vol. 22, Nr. 1, 1929.

34. *Leupold, W.* Geologische Kulissenprofile Säntis–Churfirsten, in: Schweiz. Alpenposten, Obertoggenburg. Herausgegeb. v. d. Schweiz. Postverwaltung, 1930.
35. *Leupold, W.* und *Bigler, H.* Coscinoconus, eine neue Foraminiferenform aus Tithon-Unterkreidegesteinen der helvetischen Zone der Alpen. Ecl. geol. Helv. Vol. 28, Nr. 2, 1935.
36. *Leupold, W.* und *Maync, W.* Das Auftreten von Choffatella, Pseudocyclammina, Lovcenipora (Cladocoropsis) und Clypeina im alpinen Faziesgebiet. Ecl. geol. Helv. Vol. 28, Nr. 2, 1935.
37. *Lüthy, H.* Geomorphologische Untersuchungen im Säntisgebirge. Jahrb. St. Gall. Natw. Ges., Bd. 69, 1938.
Maync, W. Siehe unter Nr. 36.
38. *Meesmann, P.* Geologische Untersuchung der Kreideketten des Alpenrandes im Gebiet des Bodenseerheintales. Verh. Natf. Ges. Basel, Bd. 37, 1925.
39. *Oberholzer, J.* Geologie der Glarneralpen. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge, Bd. 28, 1933.
Pia, J. v. Siehe unter Nr. 9.
40. *Renz, Hans Hermann,* Die subalpine Molasse zwischen Aare und Rhein. Ecl. geol. Helv. Vol. 30, Nr. 1, 1937.
41. *Rothpletz, A.* Vorläufige Mittg. über die Stratigraphie des Säntisgebirges. Zentralbl. f. Min., Petr. und Paläont., Jahrg. 1910, Nr. 11, 1910.
42. *Rutishauser, W.* Beiträge zur Geologie des Säntisgebirges im Gebiete vom Gräppelental zum Rotsteinpaß. Jahrb. St. Gall. Natw. Ges., Bd. 56, 1919.
43. *Schaad, H. W.* Beiträge zur Valanginien-Hauterivienstratigraphie in Vorarlberg. Geol. Rundschau, Bd. 17, Heft 2, 1926.
44. *Schardt, H.* Exkursionsbericht, in: Ecl. geol. Helv. Vol. 8, 1904.
45. *Schaub, H. P.* Geologie des Rawilgebietes. Ecl. geol. Helv. Vol. 29, Nr. 2, 1936.
46. *Schneeberger, W.* Die stratigraphischen Verhältnisse von Kreide und Tertiär der Randkette nördlich des Thunersees. Mittg. Natf. Ges. Bern, 1927.
47. *Tappolet, W.* Beiträge zur Kenntnis der Lokalvergletscherung des Säntisgebirges. Jahrb. St. Gall. Natw. Ges., Bd. 58, II. Teil, 1922.
48. *Tobler, A.* Über Faziesunterschiede der untern Kreide in den nördlichen Schweizeralpen. Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Paläont. Bd. 2, 1899.
49. *Tobler, A.* Die Berriasschichten an der Axenstraße. Verh. Natf. Ges. Basel, Bd. 11, Heft 1, 1895.

Geologische Karten

Geologische Karte der Schweiz, 1 : 100000, Blatt IX (Schwyz-Glarus-Appenzell-Sargans), 1875.
Escher von der Linth, A. Geologische Karte des Sentis 1 : 25000, bearb. v. C. Mösch, 1878.

Heim, Alb. Geolog. Karte des Säntisgebietes, 1 : 25000, 1905. Geol. Spezialkarte Nr. 38.
Heim, Arn. Geolog. Karte vom Westende der Säntisgruppe, 1 : 25000, 1905. Idem, Nr. 37.
Blumer, E. Geolog. Karte vom Ostende der Säntisgruppe, 1 : 25000, 1905. Idem, Nr. 39.

CURRICULUM VITAE

Ich, *Lukas Eugen Schlatter*, von St.Gallen, geboren daselbst am 19. Juni 1913 als Sohn des 1930 verstorbenen Architekten Eugen Schlatter und der Ida, geb. Kuhn, besuchte die Primarschulen und das Gymnasium an der Kantonsschule in St.Gallen, das ich 1932 mit dem eidgenössischen Maturitätszeugnis Typ B verließ. Vom Herbst 1932 bis zum Sommer 1937 studierte ich an der Universität Zürich Naturwissenschaften und Geologie und immatrikulierte mich im Herbst 1937 an der Universität Basel. Die Sommermonate 1938 bis 1941, seit 1. September 1939 mehrmals durch langen Aktivdienst unterbrochen, benützte ich zur Ausführung der geologischen Feldarbeiten im Säntisgebiet, welche ich unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. A. Buxtorf im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Basel zur vorliegenden Dissertation verarbeitete. Während meines Studiums besuchte ich die Vorlesungen, Kurse und Exkursionen folgender Herren:
in Zürich: C. Burri, A. Ernst, O. Flückiger, K. Hescheler †, A. Jeannet, Edg. Meyer, P. Niggli, R. L. Parker, R. Staub, J. Strohl und H. Wehrli;
in Basel: A. Buxtorf, J. Cadisch, M. Reichel, M. Reinhard, A. Rittmann und L. Vonderschmitt.

VERZEICHNIS DER TAFELN

Tafel	I	Abbildung 1: Öhrli von Westen.
		„ 2: Oberste Öhrlimergel.
„	II	„ 3: Umgebung der Altenalp.
		„ 4: Westende der Fehlalp.
„	III	„ 5: Marwies von Westen.
		„ 6: Bötzel von Südwesten.
„	IV	„ 7: Gewölbe III b, nördlich vom Rotsteinpaß.
„	V	„ 8: Fählenschafberg und Altmann.
„	VI	Stratigraphisches Profil der Kreideschichten des mittleren Säntisgebietes.
„	VII	*Profile 1 bis 5* und theoretische Profile.
„	VIII	*Profile 6 bis 10* und theoretische Profile.
„	IX	Ansicht der Nordwand des mittleren Säntisgebirges.

Die Veröffentlichung der Tafeln konnte in dieser Form nur durchgeführt werden dank bedeutender Zuwendungen der:

„*Stiftung Dr. Joachim de Giacomi der Schweiz. Naturf. Gesellschaft*"
„*Otto Wetter-Jakob-Stiftung*"
„*Basler Studienstiftung*"

Die Abbildungen 1 bis 8 sind Aufnahmen des Verfassers mit Zeiß Tessar 1 : 3,5. f = 7,5 cm (Zeiß Ikonta 6×6).
Veröffentlichung der Tafeln behördlich bewilligt am 2. 10. 41. gem. BRB. v. 3. 10. 1939.

Abbildung 1

Öhrli von Westen. Der Öhrlikopf besteht aus Öhrlikalk, rechts schließen die Öhrlimergel an, deren oberste Schichten die Kehle (in der Bildmitte) bilden. Einzelheiten sind aus Abb. 2 ersichtlich. Vgl. hierzu den Text auf Seite 33. Man sieht auch die nach Norden geneigte Überschiebungsfläche ×—× (schmales Schuttband von links unten bis rechts Mitte). Darüber liegt Öhrlikalk, nach rechts aufwärts stark ausgewalzt; darunter Schrattenkalk und Seewerkalk. Vgl. Profil 4 und Text auf Seite 69.

Abbildung 2

Oberste *Öhrlimergel* in der Kehle südlich des Öhrlikopfes (Schicht 2, vergl. Seite 34). Links Rutschharnisch im Öhrlikalk, kleine Störungen und Verfaltungen im obersten Mergel. Ganz rechts außen beginnen die groben braunen Oolithe (Schicht 3). Vgl. den Text auf Seite 33.

Abb. 1

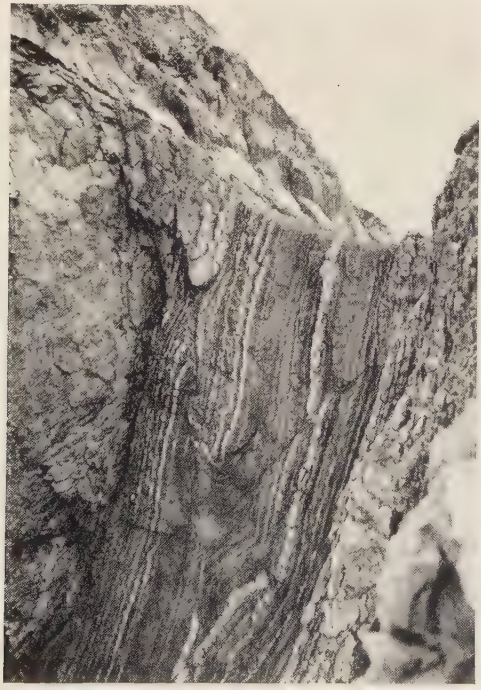

Abb. 2

Behördlich bewilligt am 2. 10. 41 gem. BRB. v. 3. 10. 39.

Abbildung 3

Die Berge westlich der *Altenalp* von Südosten gesehen (von der Stockegg am Schrennenweg). Links oben die Hängeten, gegen rechts vom Leiterfeld-Hängeten-Bruch begrenzt. In der Bildmitte der Steckenberg, im Hintergrund die Altenalptürme (oben von der Mitte nach rechts), darunter die steilen Hänge des westlichen Teiles der Altenalp. Vgl. Profile 6 und 7 und Text auf Seite 61 sowie Seite 70.

Abbildung 4

Westende der *Fehlalp* von Nordosten gesehen. Vgl. hierzu Profil 3 und Text auf Seite 77. Am linken Bildrand, in der Mitte, ist der Valanginienkalk des Gewölbekernes Ia, rechts unten von einer Überschiebung begrenzt, welche schräg aufwärts verläuft. Über dem Schneefleck unten links der sekundär gefaltete Kieselkalkkeil, nach rechts begrenzt von einer zweiten Überschiebung; rechts davon folgt der Kieselkalk des verkehrten Schenkels. In der untern Partie, in der Bildmitte, die Kehle mit Drusbergschichten, dann nach rechts heller Schrattenkalk. Die größere Kehle rechts davon (mit Weg und Schneeresten) entspricht der sehr schmalen Seewerkalkmulde Ia; der rechte Bildrand zeigt noch etwas Schrattenkalk des nördlichen Muldenschenkels. Im Hintergrund der Grat zum Säntisgipfel (Schrattenkalk), links endigend in der Wagenlücke.

Abb. 3

Abb. 4

Behördlich bewilligt am 2. 10. 41. gem. BRB. v. 3. 10. 39.

Abbildung 5

Marwies von Westen gesehen (von der Meglisalp aus). Unten von links nach rechts der Schrennenweg, der in der Seewerkalkmulde II verläuft. Links in der Mitte der „Fodkopf", der das Westende der Gloggern bildet und längs eines anormalen Kontaktes an den von unten aufsteigenden Seewerkalk stößt (vgl. Pr. 8). Dann folgt nach rechts bis zum Marwiesgipfel die verkehrte Kreideserie von Seewerkalk bis Valanginienkalk und südlich daran Valanginienmergel und Öhrlikalk; letzterer bildet die Köpfe nördlich des Widderalppasses (oben rechts) (Pr. 7). Man beachte auch das nach Norden vorgeschobene Köpfchen Öhrlikalk (×) über den Valanginienmergeln. Vgl. hierzu das Kapitel „Marwies" auf Seite 87.

Abbildung 6

Bötzel von Südwesten gesehen (von Oberkellen aus). In der rechten Bildhälfte unten das deutliche Öhrlikalkgewölbe IIIc, darüber der Bötzelkopf (Öhrlikalkschuppe IIId). Links der aus Valanginienkalk bestehende Nordhang. Vgl. Profil 6 und Text auf Seite 85.

Abb. 5

Abb. 6

Behördlich bewilligt am 2. 10. 41 gem. BRB. v. 3. 10. 39.

Abbildung 7

Gewölbe III b nördlich vom *Rotsteinpaß*. Aufnahme von Norden (vom Söhrenbühl unterhalb der Wagenlücke). Rechts oben am Grat (unter dem ↓) der Gewölbekern aus Öhrlikalk; er wird nach links zu umhüllt von den Valanginienmergeln, welche sich bis fast zum linken Bildrand erstrecken. Nach oben und unten folgt der Valanginienkalk, am Bildrand links die Mergel umhüllend. Der Valanginienkalk ruht unten mit einer Überschiebungsfläche auf Kieselkalk (links und rechts) und Schrattenkalk (in der Mitte). Ganz unten Seewerkalk der Mulde II. Vgl. Profil 2 und Text auf Seite 83. Die Textfigur 2 auf Seite 78 schließt rechts an diese Abbildung an.

Abb. 7

Behördlich bewilligt am 2. 10. 41 gem. BRB. v. 3. 10. 39.